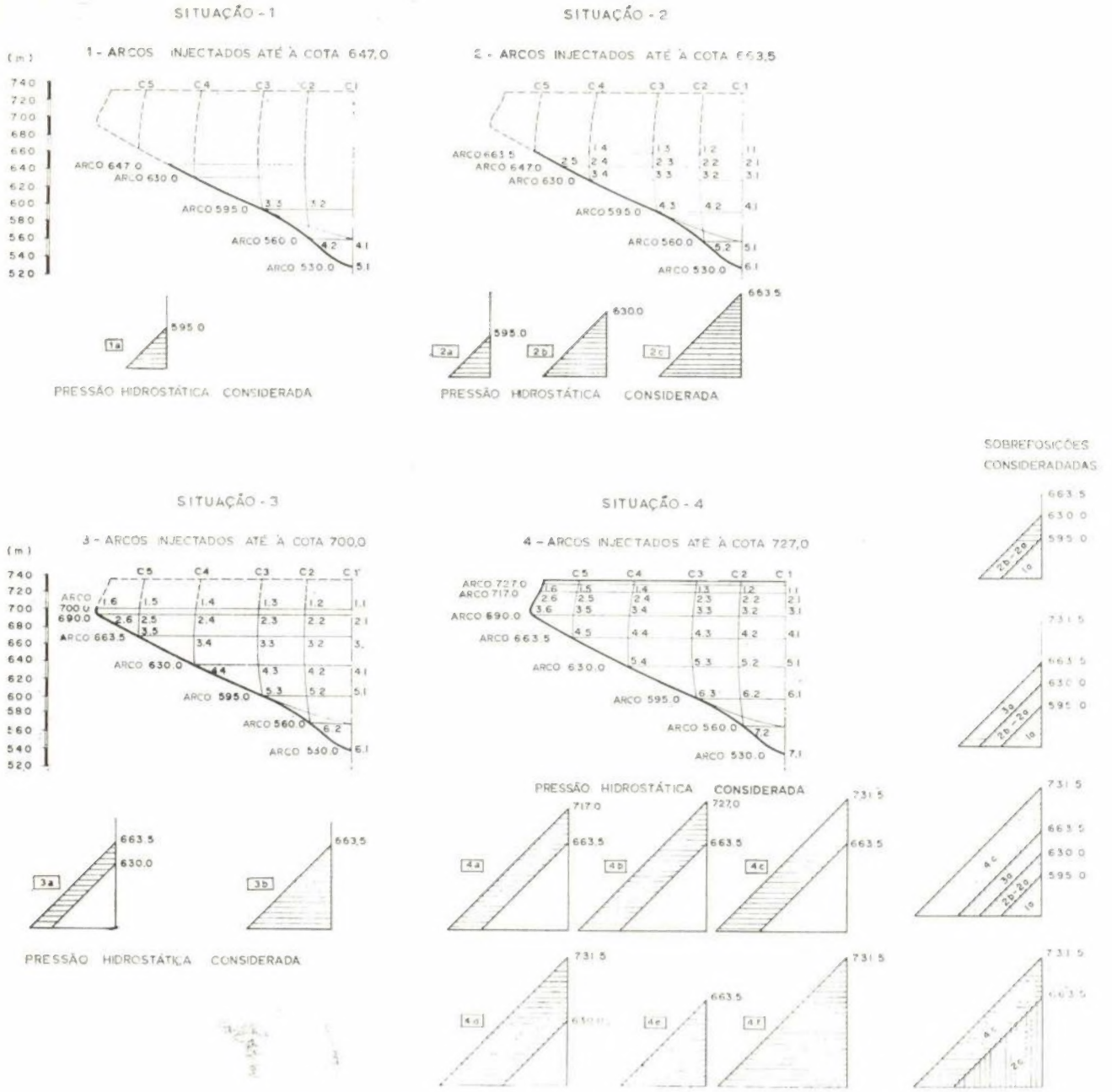


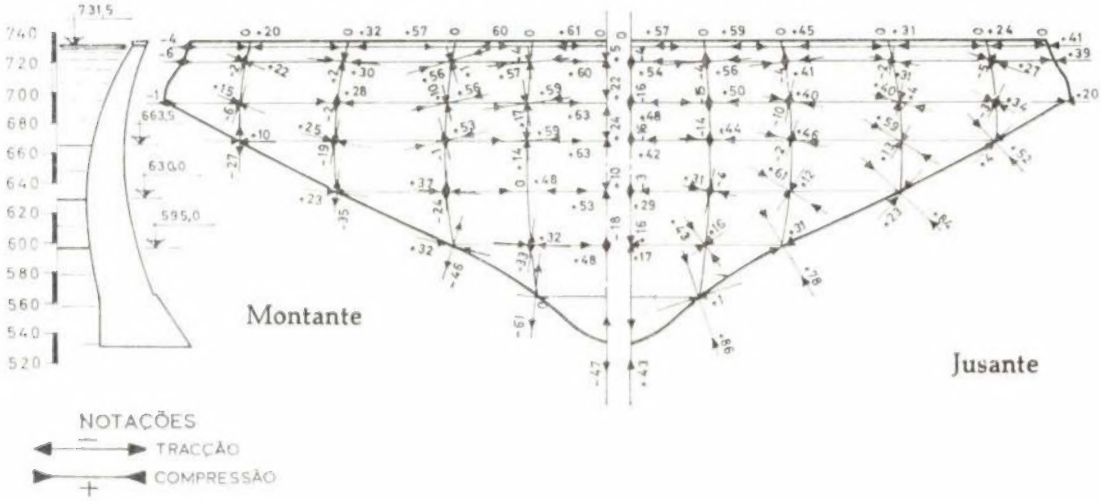
Fig. 24 — Barragem de ALMENDRA — Situações de construção e pressões hidrostáticas consideradas no calculo

das tensões também indicam que as torções e os momentos de torção de eixo vertical não são independentes das torções e momentos de torção de eixo horizontal. Tanto uns como outros podem ser considerados iguais. Esta hipótese mostra-se ser perfeitamente aceitável para barragens muito curvas e mesmo um tanto espessas.

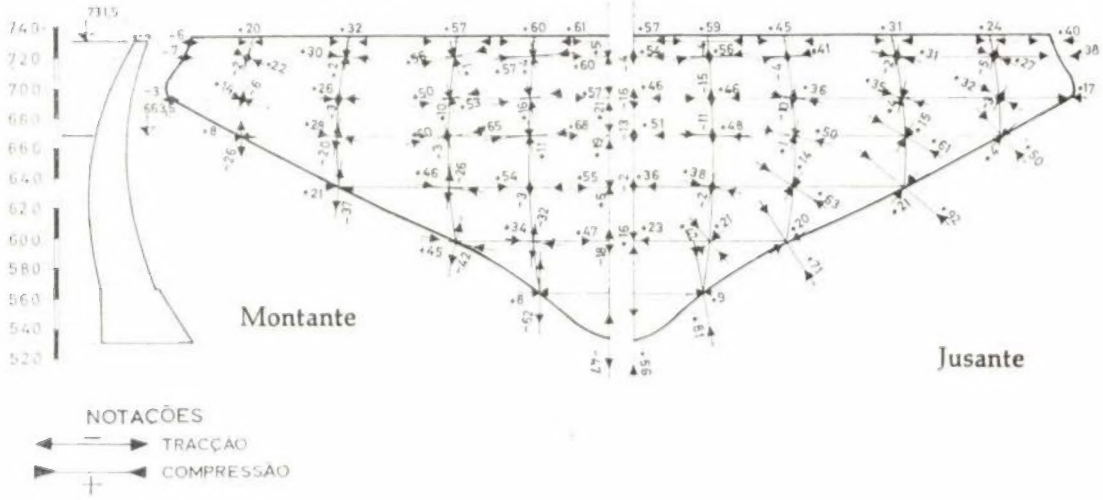
As condições de compatibilidade que resolvem o problema da determinação das forças internas consistem em estabelecer a igualdade de deslocamentos das aduelas de cruzamentos dos arcos e consolas. Isto corresponde a resolver um sistema de equações em vez de determinar as cargas internas por tentativas. Normalmente, para uma barragem simétrica, considerando seis arcos e o número correspondente de consolas, i. e., 6 ou 7 consolas, o número de equações a resolver é aproximadamente, de 190.

Os arcos e as consolas, uma vez considerados como sucessões horizontais ou verticais de aduelas, podem ser calculados para grupos de cargas unitárias radiais, tangenciais, de torção, ou verti-

PRESSÃO HIDROSTÁTICA À COTA 731,5 — SOBREPOSIÇÃO 1 a + (2 b - 2 a) + 3 a + 4 c
(Cotas dos Arcos Injectados: 647; 663,50; 700; 727)



PRESSÃO HIDROSTÁTICA A COTA 731,5 — SOBREPOSIÇÃO 2 c + 4 c
(Cotas dos Arcos Injectados: 663,50; 727)



PRESSÃO HIDROSTATICA TOTAL À COTA 731,5
(Cota dos Arcos Injectados: 727,00)

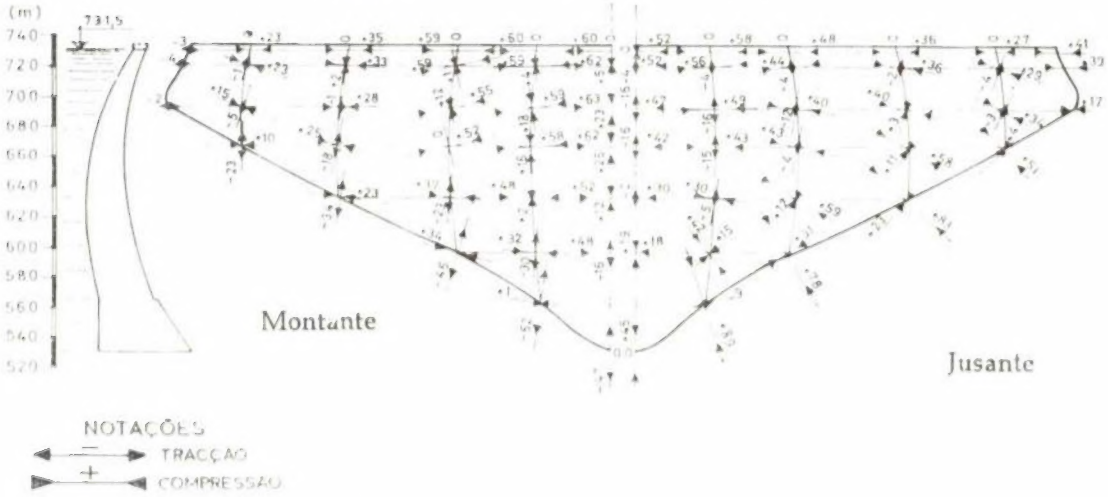


Fig. 25 — Barragem de ALMENDRA — Tensões principais nos paramentos para a carga total (731,5) obtidas por diferentes sobreposições

cais, em cada aduela (ou então por grupos de cargas entre as aduelas de cruzamentos). Para estas determinam-se os coeficientes de influência dos deslocamentos para cada carga unitária. Estes coeficientes de influência entram no sistema de equações de compatibilidade acima referido. Imaginou-se uma formulação matricial para a análise dos arcos, que torna o seu cálculo bastante rápido em computador electrónico e também uma equação final de deslocamentos, para o cálculo das consolas.

Os resultados obtidos com o método, na sua aplicação às duas barragens de ensaio da CIRIA, usando as hipóteses simplificadoras correntes, mostram, mesmo assim, um acordo excelente com os métodos numéricos desenvolvidos na Grã-Bretanha.

As comparações dos resultados da aplicação do método com resultados de ensaio de modelos para cinco barragens abóbada de dupla curvatura, recentemente projectadas, indicaram que o método de ajustamento completo é um dos mais exactos métodos analíticos desenvolvidos até agora para o cálculo deste tipo de barragens. Uma vez que o método toma em consideração todas as forças internas que actuam nas quatro faces laterais da aduela da barragem e considera, totalmente, as condições de equilíbrio e compatibilidade dos deslocamentos, o método, pode considerar-se, tem uma correcção teórica absoluta, dentro das hipóteses da Resistência de Materiais.

REFERÊNCIAS

1 — Serafim, J. L., «New Developments in Arch Dam Design and Construction», *News and Views*, British National Committee on Large Dams, Maio, 1967.

2 — Serafim, J. L., «New Shapes for Arch Dams», *Civil Engineering*, Novembro 1966, p. 38.

3 — Rocha, M., Serafim, J. L. e Silveira A., «Arch Dam. Analysis and Observation of Arch Dams in Portugal», *Arch Dams. A Symposium, Trans*, A.S.C.E., Vol. 125, Parte 1, 1960, pp. 909.

4 — Rxdzewski, J. ed., *Theory of Arch Dams*. Proceedings of a Symposium at the University of Southampton, Pergamon Press, Oxford 1964, pp. 3.

5 — Arch Dams. *A Review of British Research and Development*. Proceedings of the Symposium Institution of Civil Engineers 20, 21 de Março 1968.

6 — «*Trial Load Method of Analysing Arch Dams*». Boulder Canyon Project Final Reports, U.S. Bureau of Reclamation, Denver Col. 1938.

7 — Tolke, F. *Talsperren*, Wasserkraftanlagen, 2 Halfte, 1 Teil, Springer, Berlim, 1938.

8 — Allen, D. N., Chity, L., Pippard, A. J. S. and Severn, R.T., «The Experimental and Mathematical Analysis of Arch Dams with Special Referente to Donkan», *Proceedings*, Institution of Civil Engineers, Vol. 5, Parte 1 (1956 pp. 198.

9 — Beaujoint, N., New Development in Traditional Methods of Analysis of Arch Dams, Ref. 4 pp. 415.

10 — Lombardi, Jean., Les Barrages en voute Mince. F. Rouge & Cie S.A., Librairie de l'Université, Lausanne, 1954.

11 — Flügge, Wilhelm, «Stresses in Shells». Spring — Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1960.

12 — Novozhilov, V.V., «The Theory of Thin Shells», P. Noordhoff Ltd., Groningen, The Netherlands, 1959.

13 — Rodrigues, J. Caldeira e Cruz, M. V. «Matrix Analysis and Programing of Arches for Stresses and Radial, Tangential and Angular Deflections», Ref. 4 pp. 479.

14 — Serafim, J. L. e Rodriques, J. C., «Arch and Cantilever Analysis for the Radial Adjustment of Arch Dams», *Proceedings*, Symposium on the Use of Computers in Civil Engineering — Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Outubro 1962, Lisboa, pp 37.1.

15 - Mladyenovitch, V., «Deformations des Fondations de Barrages», *Travaux*, Paris, Nov. Dec. 1966, pp. 1215, 1275.

16 — Chity, L., «A Critical Comparison of the Results from the Methods Presented in the Previous Papers», Ref. 5, pp. 137.

17 — Otter, J. R. H., Cassel, A. C. and Hobbs, R. E., «Advances in the Application of Dynamic Relaxation to Arch Dams». Ref. 5, pp. 61.

18 — Cassel, A. C., e Hobbe, R. E., «Arch Dam Analysis by Dynamic Relaxation Final Report», Civil Engineering Department, Impérial College Janeiro 1968.

19 — Serafim, J. L. e Silveira, A., «Discussion of Trial Load Analysis Confirm Arch Dam Model Tests by Archi A. Stone e G. S. Sarkaria (Proc. Paper 5503)., *Journal of Soil Mechanics and Foundation Division*, A. S. C. E., Vol. 94, N.º PO2 Novembro 1968 pp. 240-244.

20 — Serafim, J. L., «Discussion on paper of Session 2», Ref. 5, pp. 111.

DO MUNDO TÉCNICO

FILTROS DE CRISTAL MONOLÍTICOS

Os filtros de cristal monolíticos com espaços canais de 50, 25, 20 e 12,5 KHz estão agora a serem fabricados em alta escala pela Divisão de Cristais de Quartzo da ITT.

Todos os filtros têm as mesmas impedâncias de entrada e de saída. Eles são produzidos nos dois tamanhos, modelos das séries de filtros de cristal da ITT. Os filtros monolíticos dos mesmos tamanhos são fácilmente intertrocados com qualquer outro. O equipamento pode ser regulado para um espaço canal diferente através duma simples mudança de filtros.

Estas novas séries de filtros de cristal monolíticos ITT permitem 60 dB de discriminação de banda de passagem.

As impedâncias, de entrada e de saída comuns para todos os espaços canais é de 910 ohms, em paralelo com uma capacidade de 25 pF. Os tamanhos modelos são os 901 e 923.

A montagem da técnica de construção monolítica é que permite um alto nível de parâmetros sendo agrupados em volumes mínimos.

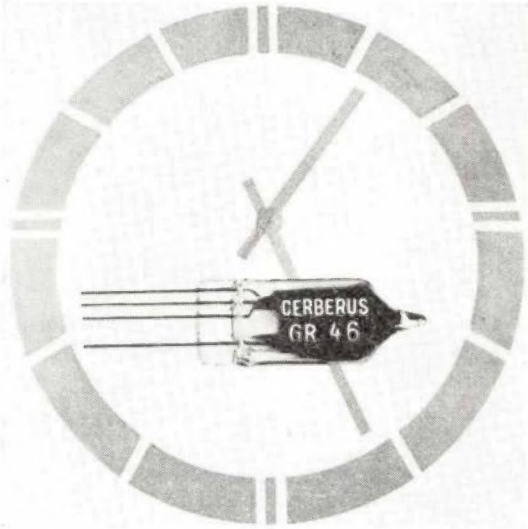
CIRCUITOS TEMPORISADORES 220 V SEM TRANSFORMADOR

Os tubos reveladores permitem construir circuitos temporizadores sem nenhum transformador, de concepção simples e de preço vantajoso. Dia a dia eles encontram mais adeptos, porque os tubos de descarga se contentam com uma corrente mínima, de comando, à volta de 1 nA o que os torna pràticamente insensíveis às variações de temperaturas.

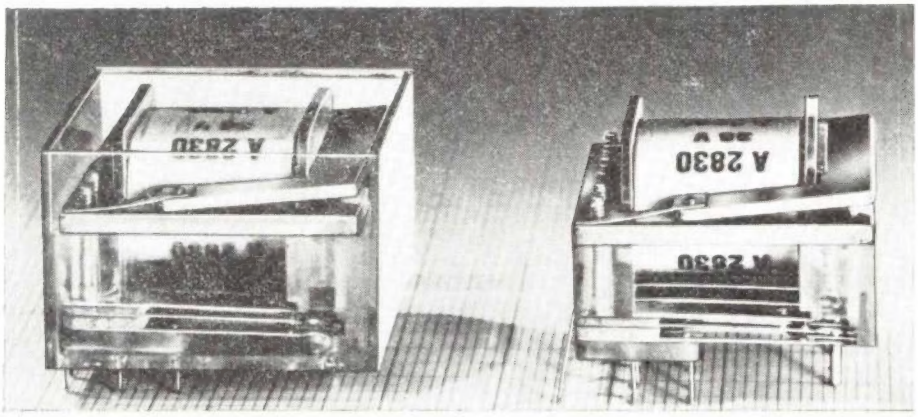
CERBERUS SA, CH — 8708 Mönnedorf, procurou satisfazer o mercado criando, sobretudo para os circuítos temporisadores, um novo tubo subminiatura: o tubo GR 46. Características principais deste tubo:

— estrutura muito simples

— grande constância na tensão de excitação do estator, à volta de $\pm 1\%$.



UMA NOVA MINIATURA DE CONTACTOR PARA OS QUADROS DE CIRCUITOS IMPRESSOS



Um novo tipo de contactor ITT para quadros de circuitos impressos é o tipo PZ-6 — uma versão comutador-6 do estilo bem conhecido PZ.

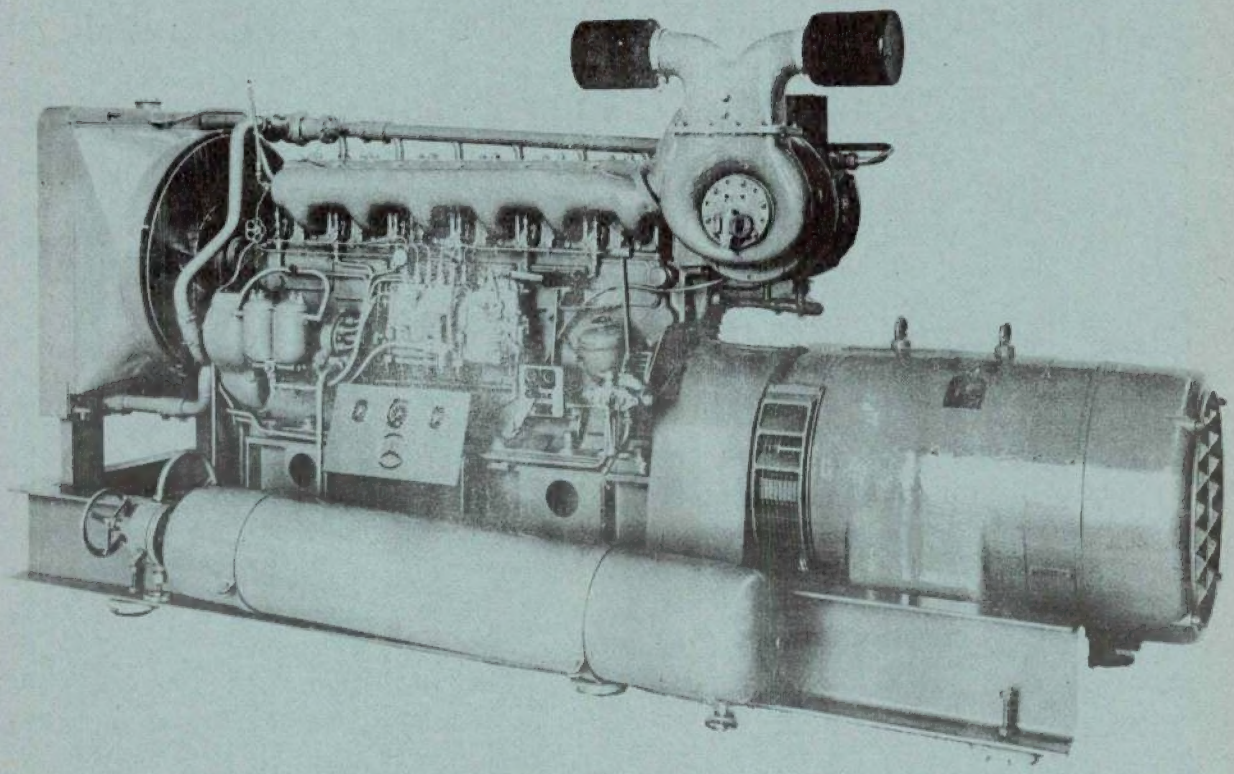
Os contactos do comutador-6 são de tipo de fio flexível duplo com uma variante de superfície de prata/plástico ou de ouro/prata.

O poder máximo de rotura por contacto é de 12 VA (1 A a 100 V, de corrente alternada ou contínua). O contactor quando a corrente contínua, funciona com 1 ou 2 bobinas.

As dimensões do PZ — 6 são de 30 × 34 × 20 mm. As ligações são feitas por soldagem directa nos quadros dos circuitos impressos.

MERCEDES-BENZ

MOTORES DIESEL



DE ALTA QUALIDADE E DE GRANDE RENDIMENTO PARA TODOS OS FINS

REPRESENTANTE:

MENDES DE ALMEIDA, SARL.

OFICINAS ESPECIALIZADAS — ARMAZÉNS — STAND VENDAS

AV. 24 DE JULHO, 52-A-G — LISBOA — TELEF. 667710

SKF

O maior fabricante mundial de rolamentos oferece-lhe agora, também outros produtos, dos quais destacamos:

Acoplamentos «KOPPERS»
Ferramentas de roscar
Grupos cônicos
Mangas de esferas «STAR»
Massa lubrificante
Material têxtil
Pontos rotativos
Redutores velocidade «SINCRON»
Retentores especiais «V-RING»
Retentores para indústria «RUBER»
Rodas e rodízios
Rolamentos de esferas, agulhas e roletes
Rótulas lisas
Tubos para condução de liquidos corrosivos incluindo água salgada
Variadores «SINCRON»

apoiados como sempre numa ASSISTÊNCIA TÉCNICA PERFEITA

SOCIEDADE SKF LIMITADA

Praça da Alegria, 66-A — LISBOA
Telefones 36 23 01-2-3-4

R. Delfim Ferreira, 604 — PORTO
Telefones 69 20 54-5-6-7-8

C. D. U. 621.25.539.172

DEFORMAÇÃO PLÁSTICA DE UM DISCO DE ESPESSURA UNIFORME EM MOVIMENTO DE ROTAÇÃO

por ANTÓNIO DUARTE SILVA
EDUARDO C. MARÇAL GRILO
Engenheiros Mecânicos, Estagiários para Especialistas do Serviço Técnico Geral do LNEC
Assistentes do IST

RESUMO

Estuda-se, no trabalho que se apresenta, a relação entre as velocidades de rotação necessárias para estabelecer as condições de deformação plástica em pontos determinados de um disco sujeito a movimento de rotação.

É utilizado como critério de plasticidade, o critério de Coulomb.

SYNOPSIS

In this work it is intended to establish for a thin disc of uniform thickness, the ratio between the velocities for which yielding occurs at the center and at any other radius of the disc.

Use is made of the Tresca yield criterium.

1 — INTRODUÇÃO

Consideremos um disco de espessura reduzida e uniforme, sem furo central, com um raio exterior R e que está animado de movimento de rotação com uma velocidade ω. Consideremos ainda que o material que constitui o disco é elasto-plástico e, que se pretende conhecer a relação entre as velocidades que provocam deformação plástica no centro do disco e a metade do raio. A resolução de um problema deste tipo pode ser baseado no seguinte conjunto de hipóteses:

1.1 — É válida a aplicação do critério de plasticidade de Coulomb

1.2 — As tensões radial e tangencial são dadas pelas expressões

$$\sigma_{rr} = A + \frac{B}{r^2} - (3 + \nu)\,\frac{W\omega^2 r^2}{8g} \qquad (1.2)$$

e

$$\sigma_{\theta\theta} = A - \frac{B}{r^2} - (1 + 3\nu)\,\frac{W\omega^2 r^2}{8g}$$

em que A e B são constantes

ν é o coeficiente de Poisson

W é o peso por unidade de volume

ω é a velocidade de rotação

g é a aceleração da gravidade

r é o raio de um ponto qualquer do disco

1.3 — A tensão na direcção z (perpendicular às faces do disco) é zero

1.4 — A equação de equilíbrio é:

$$\sigma_{\theta\theta} - \sigma_{rr} = r\,\frac{d\,\sigma_{rr}}{dr} + \frac{W\omega^2 r^2}{g} \qquad (1.4)$$

2 — RESOLUÇÃO

2.1 — Comecemos por calcular o valor da velocidade angular, que provoca deformação plástica no centro do disco ($r = o$)

Através das expressões (1.2), podemos ver que para $r = o$ é $B = o$ visto que as tensões não podem ter valores não finitos; por outro lado, como não há forças aplicadas na periferia do disco $\sigma_{rr} = o$ quando $r = R$

Assim:

$$A - (3 + \nu) \frac{W \omega^2 R^2}{8g} = o \qquad (2.1.1)$$

$$A = (3 + \nu) \frac{W \omega^2 R^2}{8g}$$

e portanto substituindo (2.1.1) em (1.2) obtemos para $r = o$

$$\sigma_{rr} = \sigma_{\theta\theta} = (3 + \nu) \frac{W \omega^2 R^2}{8g}$$

considerando $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_{rr} = \sigma_{\theta\theta}$ e $\sigma_3 = o$ e aplicando o critério de Coulomb vem

$$\omega_1^2 = \frac{8g}{3 + \nu} \frac{\sigma_e}{WR^2} \qquad (2.1.2)$$

sendo ω_1 a velocidade angular que inicia a deformação plástica no cento do disco e σ_e a tensão limite de elasticidade.

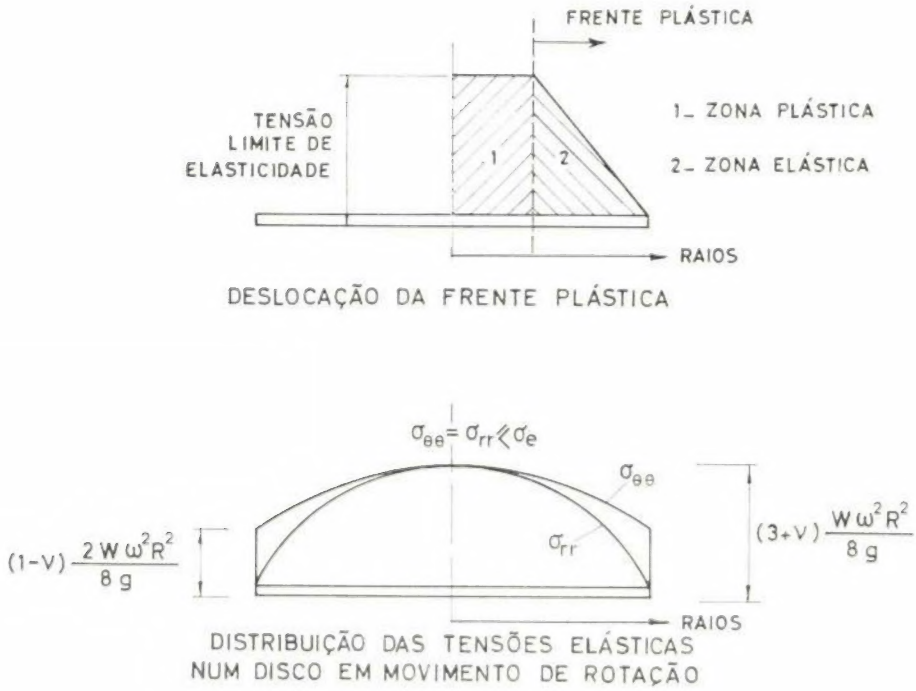


Fig. 1

2.2 — Nesta segunda parte vamos procurar determinar o valor da velocidade que provoca deformação plástica num círculo do disco com raio exterior $r = \frac{R}{2}$.

Como se sabe, após a deformação plástica do centro do disco que ocorreu a uma velocidade angular que chamámos ω_1, se aumentarmos progressivamente o valor de ω o disco vai entrando em deformação plástica em círculos com raios de valor crescente. Exemplificando podemos dizer que uma frente plástica avança progressivamente, à medida que ω cresce, desde o centro até à periferia do disco. Na fig. 1 apresenta-se um esquema das zonas em deformação plástica e o diagrama qualitativo das tensões radial e tangencial em função do raio. Note-se que na Fig. 1 a região compreendida entre o centro do disco e a frente plástica, está nas condições de deformação plástica.

O problema que se nos depara agora é o da determinação das constantes A e B nas expressões (1.2) uma vez que B deixa de ser zero.

As novas condições aos limites serão:

$$\sigma_{rr} = 0 \quad \text{para } r = R \tag{2.2.1}$$

$$\sigma_{rr} = \sigma_{rrc} \text{ para } r = c \tag{2.2.2}$$

e ainda

$$\sigma_{\theta\theta} = \sigma_e \quad \text{para } r = c \tag{2.2.3}$$

Sendo c o raio da frente plástica.

Assim usando as condições (2.2.1 e 2.2.2) e as expressões (1.2) obtemos

$$A = \frac{\sigma_{rrc}\, c^2}{c^2 - R^2} + (3+\nu)\,\frac{W\omega^2}{8\,g}\,(c^2 + R^2)$$

$$B = \frac{\sigma_{rrc}\, R^2 c^2}{c^2 - R^2} - (3+\nu)\,\frac{W\omega^2}{8\,g}\,R^2 c^2$$

Empregando a condição (2.2.3) conjuntamente com a expressão de equilíbrio (1.4)

$$\frac{d\sigma_{rr}}{dr} + \frac{1}{r}\sigma_{rr} = \left(\frac{\sigma_e}{r} - \frac{W\omega^2 r}{g}\right)$$

$$\sigma_{rr}\, e^{\int \frac{1}{r} dr} = \int \left(\frac{\sigma_e}{r} - \frac{W\omega^2 r}{g}\, e^{\int \frac{1}{r} dr}\, dr\right) + G$$

$$\sigma_{rr} = \sigma_e - \frac{W\omega^2 r^2}{3\,g}$$

Então

$$\sigma_{rr_c} = \sigma_e - \frac{W\omega^2 c^2}{3\,g}$$

Portanto a expressão de $\sigma_{\theta\theta}$ será:

$$\sigma_{\theta\theta} = \left(\sigma_e - \frac{W\omega^2 c^2}{3\,g}\right)\frac{c^2}{c^2 - R^2} +$$

$$+ (3+\nu)\,\frac{W\omega^2}{8\,g}\,(c^2 + R^2) +$$

$$+ \left(\sigma_e - \frac{W\omega^2 c^2}{3\,g}\right)\frac{R^2 c^2}{c^2 - R^2}\,\frac{1}{r^2} +$$

$$+ (3+\nu)\,\frac{W\omega^2}{8\,g}\,R^2 c^2\,\frac{1}{r^2} -$$

$$- (1 + 3\nu)\,\frac{W\omega^2 r^2}{8\,g} \tag{2.2.4}$$

Para a determinação da velocidade angular que provoca a deformação plástica total de um círculo com raio $r = \frac{R}{2}$, voltamos a aplicar o critério de Coulomb

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_e$$

sendo

$$\sigma_1 = \sigma_{\theta\theta} \text{ e } \sigma_3 = \sigma_{zz} = 0$$

Fazendo em (2.2.4) $r = \frac{R}{2}$ e $c = \frac{R}{2}$, e considerando $\nu = \frac{1}{3}$ obtemos:

$$\omega_2^2 = \frac{192\ g\ \sigma_e}{73\ W\ R^2}$$

Sendo ω_2 a velocidade angular necessária para a frente plástica atingir $r = \frac{R}{2}$. Considerando também na expressão (2.1.2) o valor de $\nu = \frac{1}{3}$

$$\omega_1^2 = \frac{24\ g\ \sigma_e}{10\ W\ R^2}$$

Portanto a relação entre ω_2 e ω_1 é:

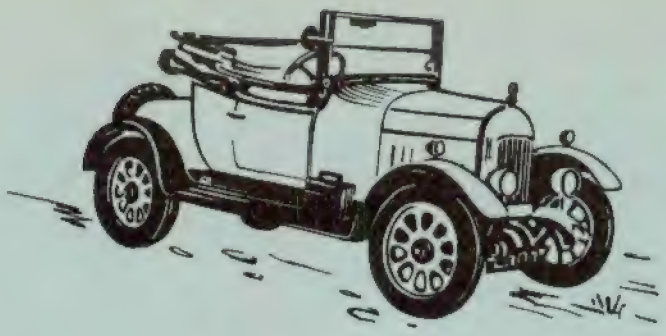
$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = 1{,}047$$

3 — CONCLUSÕES

O resultado apresentado $\frac{\omega_2}{\omega_1} = 1{,}047$, representa a relação entre as velocidades de rotação necessárias para estabelecer as condições de deformação plástica no centro do disco e num círculo de raio igual a $\frac{R\ \text{máx.}}{2}$

BIBLIOGRAFIA

Hoffman and Sachs — Theory of Plasticity



OS VELHOS CALHAMBEQUES SÃO MAIS JOVENS DO QUE NÓS

Durante meio século respondemos sempre às exigências da Indústria Automóvel.

E quanto ela evoluiu...

Mais leves, de linhas mais funcionais, de maior potência, e cada vez com maior duração, são algumas das características actuais das nossas baterias...

mas sabe que ainda não estamos satisfeitos?

A SUA SATISFAÇÃO É O NOSSO OBJECTIVO MAIOR.

TUDOR

1920 – 1970

TUDOR 50 ANOS

LISBOA · TOMAR · C. BRANCO · PORTO · COIMBRA · VISEU · ÉVORA · BRAGA · SETÚBAL · AVEIRO · FARO

DEMAG EQUIPA TODA A INDUSTRIA

Mais uma solução para os vossos problemas de elevação!

O novo «Demag Junior» deu as melhores provas nos ensaios práticos a que foi sujeito.
Equipado com corrente de elos de alta resistência, com um coeficiente de segurança dez vezes superior à sua capacidade nominal, dispõe de um acoplamento de fricção anti-desgaste que o protege contra sobrecargas e erros de mânobra.

Para capacidades de 125, 250, 500 e 1000 Kg., podendo dispor de duas velocidades de elevação-normal e de precisão.
A sua utilização em conjunto com o

Sistema Demag Junior: pequenas gruas de parede e de coluna, pequenas pontes rolantes suspensas e monorails suspensos, de fácil montagem, constitui a resolução económica, racional e prática dos problemas da sua indústria.
Consulte-nos no seu próprio interesse e a nossa resposta será: Servir!

ROMAR
UMA ORGANIZAÇÃO AO SERVIÇO DA INDUSTRIA

SOCIEDADE COMERCIAL ROMAR, LDA.

LISBOA – TRAVESSA DA GALE, Nº 9 TEL. 635670 / 634061 • PORTO – R. DE SÁ DA BANDEIRA, Nº 589/603 TEL. 25871/32205

C. D. U. 621.311.1

MÉTODO DE CÁLCULO DE REDES ELÉCTRICAS POR REDUÇÃO DE VALORES A UMA BASE ARBITRÁRIA

HERMÍNIO DUARTE-RAMOS
Engenheiro Electrotécnico (I.S.T.)
Assistente da U.L. (Angola)

RESUMO

A partir da definição do método de redução a uma dada base determinam-se várias relações importantes no cálculo numérico de redes eléctricas.

SYNOPSIS

The conception of the method is defined and the main expressions in the calculation of electrical networks are derived.

1 — INTRODUÇÃO

O cálculo dos valores numéricos das grandezas de um sistema eléctrico é efectuado por meio de relações, deduzidas da teoria do electromagnetismo, que contém as grandezas expressas num dado sistema de unidades. No sistema prático a tensão exprime-se em Volt (V) ou kV, a intensidade de corrente em Ampère (A) ou kA, a potência aparente em VA ou kVA, a impedância em Ohm (Ω) ou kΩ.

As relações fundamentais entre estas quatro grandezas envolvem sempre três valores dimensionais: nos circuitos monofásicos

$$V = Z I \tag{1}$$

$$S = V I \quad \text{ou} \quad S = \frac{V^2}{Z} \tag{2}$$

e nos circuitos trifásicos

$$V = Z I \tag{3}$$

$$S = \sqrt{3}\, U I \quad \text{ou} \quad S = \frac{V^2}{Z} \tag{4}$$

onde V representa a tensão simples e U a tensão composta, I a corrente, Z a impedância e S a potência aparente.

Deste modo é possível, escolhendo duas das grandezas para referência, por exemplo, S e U ou Z e I, reduzir os valores das restantes a essa base e, assim, determinar os valores numéricos de todas as grandezas de qualquer sistema eléctrico nessa base arbitrada. Os números obtidos designam-se por *valores reduzidos, ou referenciados.*

2 — VALORES EXPRESSOS «POR UNIDADE» E «POR CENTO»

No método de cálculo por redução a uma dada base os resultados exprimem-se por números adimensionais correspondentes a dois processos de cálculo similares, ambos caracterizados pela relação de duas grandezas da mesma natureza.

No *método de cálculo por unidade,* definido pela relação entre o valor físico (real) de uma grandeza e o valor-base físico (real ou fictício) correspondente a essa grandeza, o resultado é um número decimal, em geral compreendido entre 0 e 1, expresso em «por unidade».

$$G_u = \frac{G}{G_b} \tag{5}$$

onde G — valor da grandeza que se quer reduzir, expresso numa unidade prática;
G_b — valor base da mesma grandeza que se quer reduzir, expresso na mesma unidade prática;
G_u — valor da grandeza expresso por unidade.

No *método de cálculo percentual,* que se refere a cem valores por unidade, o resultado é um número, que pode ser maior ou menor que 100, expresso em percentagem

$$G_{\%} = 100 \cdot \frac{G}{G_b} \cdot \tag{6}$$

Evidentemente que existe uma relação simples entre os valores expressos em «por unidade», indicados pelo índice u, e em «por cento», refe-

renciados pelo símbolo $^0/_0$, como se deduz de (5) e (6)

$$G_u = \frac{G_{^0/_0}}{100} . \qquad (7)$$

Ambos os processos conduzem a cálculos muito mais simples do que usando os valores físicos reais expressos num dado sistema de unidades.

O método por unidade apresenta ainda a vantagem sobre o método percentual do produto de dois valores expressos por unidades ser também expresso por unidade

$$S_u = V_u \, I_u \qquad (8)$$

enquanto que o produto de dois valores expressos em percentagem tem que dividir-se por cem para se obter o resultado em percentagem, como fàcilmente se compreende

$$S_{^0/_0} = \frac{V_{^0/_0} \, . \, I_{^0/_0}}{100} . \qquad (9)$$

3 — PROCESSO DE REDUÇÃO POR UNIDADE

Normalmente a base do cálculo por redução é definida pelos valores da potência aparente e da tensão de referência, que se indicam pelo índice b, por exemplo: S_b — potência expressa em VA, KVA ou MVA; V_b (ou U_b) — tensão simples (ou composta) expressa em V ou KV.

Nos *sistemas monofásicos* e nos sistemas trifásicos referidos às grandezas por fase (tensão simples e corrente na linha), será

— definição da base: S_b em KVA, e V_b em KV;
— intensidade de corrente base em Ampère:

$$I_b = \frac{S_b}{V_b} ; \qquad (10)$$

— impedância base em Ohm:

$$Z_b = \frac{V_b}{I_b} = \frac{V_b^2}{S_b} . \qquad (11)$$

Assim, dado um sistema caracterizado pelas grandezas eléctricas expressas no sistema de unidades prático, podem obter-se os valores reduzidos à base estabelecida, de acordo com a definição do método de cálculo por unidade:

— potência aparente por unidade:

$$S_u = \frac{S}{S_b} ; \qquad (12)$$

— tensão por unidade:

$$V_u = \frac{V}{V_b} ; \qquad (13)$$

— corrente por unidade:

$$I_u = \frac{I}{I_b} ; \qquad (14)$$

— impedância por unidade:

$$Z_u = \frac{Z}{Z_b} . \qquad (15)$$

De (11) e 15 deduz-se a *propriedade* importante: a impedância por unidade pode obter-se a partir da impedância expressa em Ohm por uma relação directamente proporcional à potência base e inversamente proporcional ao quadrado da tensão base

$$Z_u = Z . \frac{S_b}{V_b^2} \qquad (16)$$

ou, inversamente,

$$Z = Z_u . \frac{V_b^2}{S_b} \qquad (17)$$

expressão que permite calcular o valor óhmico da impedância a partir do valor por unidade.

Nos *sistemas trifásicos* calculados por intermédio da tensão composta e da potência total das três fases, será:

— definição da base: S_b em KVA, e U_b em KV;

— corrente base em Ampère:

$$I_b = \frac{S_b}{\sqrt{3} \, U_b} ; \qquad (18)$$

— impedância base em Ohm:

$$Z_b = \frac{U_b^2}{S_b}. \qquad (19)$$

Nota-se que a expressão da impedância base é formalmente a mesma para os sistemas monofásicos e trifásicos, consequência da analogia formal das expressões (2) e (4) da potência aparente em função da tensão e da impedância.

Pode agora reduzir-se qualquer grandeza à base dada através do cociente dos valores real e de base da grandeza que se pretende reduzir.

Importa notar, pela sua aplicação prática no cálculo de redes eléctrica, que para se *reduzir impedâncias* expressas em Ohm em valores por unidade, calcula-se primeiro a impedância base em Ohm, por intermédio da expressão (11) ou (19), e depois divide-se cada um dos valores das impedâncias óhmicas que se pretendem reduzir pela impedância base expressa em Ohm, de acordo com (15).

Do mesmo modo, assinala-se mais uma vez, a expressão (16) permite calcular o valor da impedância por unidade a partir do valor da impedância em Ohm, e pela expressão inversa (17) pode obter-se o valor de uma impedância expressa em Ohm a partir do respectivo valor por unidade.

Em resumo, para qualquer sistema trifásico ou monofásico fica demonstrado o seguinte **Teorema dos valores de impedância** (óhmico e por unidade) **numa dada base**: *A relação entre os valores expressos em Ohm e por unidade de uma impedância numa dada base é directamente proporcional ao quadrado da tensão base e inversamente proporcional à potência base:*

$$\frac{Z}{Z_u} = \frac{U_b^2}{S_b} \qquad (20)$$

e, **inversamente,** *a relação entre os valores de uma impedância numa dada base, expressa por unidade e em Ohm, é directamente proporcional à potência base e inversamente proporcional ao quadrado da tensão base:*

$$\frac{Z_u}{Z} = \frac{S_b}{U_b^2}. \qquad (21)$$

4. — ASSOCIAÇÃO DE IMPEDÂNCIAS REDUZIDAS POR UNIDADE

No caso de n impedâncias reduzidas à mesma base (S, V) estabelece-se o seguinte **TEOREMA da associação de impedâncias por unidades**: *As leis de associação de impedâncias reduzidas à mesma base e expressas por unidade são iguais às leis de associação de impedâncias expressas em Ohm:*

— em série: $$Z_u = \sum_{\nu=1}^{n} Z_{\nu u} \qquad (22)$$

— em paralelo: $$Z_u = \frac{1}{\sum_{\nu=1}^{n} \frac{1}{Z_{\nu u}}} \qquad (23)$$

Sejam n *impedâncias em série,* reduzidas à mesma base. De (20), para cada impedância, será

$$Z_\nu = Z_{\nu u} \cdot \frac{U^2}{S}$$

e somando para as n impedâncias

$$\sum_{\nu=1}^{n} Z_\nu = \sum_{\nu=1}^{n} Z_{\nu u} \cdot \frac{U^2}{S}.$$

Definindo o valor equivalente à associação

$$Z = Z_u \cdot \frac{U^2}{S}$$

em que

$$Z = \sum_{\nu=1}^{n} Z_\nu$$

será

$$Z_u = \sum_{\nu=1}^{n} Z_{\nu u}.$$

Anàlogamente, para n *impedâncias em paralelo,* todas reduzidas a uma base comum, pela lei de associação em paralelo de impedâncias expressas em Ohm e pelo conceito de impedância equivalente de um conjunto de impedâncias deduz-se

$$\frac{1}{Z} = \sum_{\nu=1}^{n} \frac{1}{Z_\nu} = \sum_{\nu=1}^{n} \frac{1}{Z_{\nu u} \cdot \frac{U^2}{S}} = \sum_{\nu=1}^{n} \frac{1}{Z_{\nu u}} \cdot \frac{S}{U^2}$$

donde $\frac{1}{Z_u} = \sum_{\nu=1}^{n} \frac{1}{Z_{\nu u}}$.

Fica assim demontrado que as leis de associação de impedâncias expressas em Ohm e por unidade são análogas.

5. — MUDANÇA DE BASE

O problema da mudança de base reveste dois aspectos fundamentais:

1.º *Inserção* de uma impedância referida a uma base num sistema em que a base (definida pelos valores nominais do sistema) é diferente.

2.º *Repercussão* de uma impedância, inserida num sistema caracterizado por uma dada base, num outro sistema interligado de base distinta. Neste caso haverá que discutir as situações da interligação em cadeia simples e múltipla, em paralelo ou directa múltipla.

5.1. — Inserção de uma impedância

A grande vantagem da possibilidade de mudança de base manifesta-se quando a impedância de um dado elemento (por exemplo, uma máquina eléctrica) esteja referida a uma base diferente da base do sistema eléctrico (por exemplo, um ponto de uma rede) em que o elemento é inserido, tornando-se então necessário conhecer o valor da impedância reduzida à base que caracteriza o sistema onde o elemento fica incorporado.

Físicamente a impedância conserva o mesmo valor numérico expresso em Ohm, qualquer que seja a base do sistema em que é inserida, isto é, quer a tensão base seja U_b ou U'_b quer a potência base seja S_b ou S'_b. Daí justificar-se o postulado da invariância da impedância **óhmica**: *Na de inserção de uma impedância num sistema eléctrico o seu valor óhmico mantém-se qualquer que seja a base do sistema*

$$Z = Z' . \qquad (24)$$

Sob este aspecto o problema da mudança de base apresenta o seguinte *enunciado*: conhecidos os valores da tensão e da potência base (S_b e U_b) que definem a impedância por unidade (Z_u) de um elemento, relacionar com o valor da impedância por unidade (Z'_u) noutra base, definida por outros valores da potência aparente e da tensão (S'_b e U'_b), que caracterizam o sistema eléctrico em que o elemento é inserido.

De (15) será $Z_u = Z/Z_b$ e $Z_u = Z/Z'_b$ e por (24) deduz-se

$$\frac{Z'_u}{Z_u} = \frac{Z_b}{Z_b}$$

donde se conclui uma importante *propriedade* da mudança de base na inserção de uma impedância Z_u (definida bela base S_b, U_b) num sistema de base distinta (S'_b, U'_b) ou **TEOREMA da inserção de uma impedância**: *Na inserção de uma impedância em qualquer base os valores expressos por unidade são directamente proporcionais à potência base e inversamente proporcionais ao quadrado da tensão base*

$$\frac{Z'_u}{Z_u} = \left(\frac{U_b}{U'_b}\right)^2 \cdot \frac{S'_b}{S_b} \qquad (25)$$

e os valores expressos em Ohm são invariantes em qualquer base

$$Z' = Z . \qquad (26)$$

Em particular estabelece-se o **COROLÁRIO da igualdade das tensões base**: *Se, no caso de inserção de uma impedância num sistema, as tensões base são iguais os valores da impedância por unidade são proporcionais às potências base*

$$\frac{Z'_u}{Z_u} = \frac{S'_b}{S_b} . \qquad (27)$$

Este caso surge com certa frequência numa rede com geradores directamente em paralelo, por exemplo, dois alternadores, portanto com a mesma tensão nominal, cada um com uma reactância síncrona por unidade (X_{1u} e X_{2u}) referida à potência nominal respectiva (S_1 e S_2) e à tensão nominal comum. Nesta situação é costume tomar para potência base a soma das potências aparentes dos geradores ($S_b = S_1 + S_2$) e para tensão base a tensão nominal comum aos geradores. Deste modo, para efeitos de desenvolvimento de cálculo, deverão reduzir-se as reactâncias dos geradores à mesma base, por meio de (27)

$$X'_{1u} = X_{1u} \cdot \frac{S_b}{S_1}$$

e

$$X'_{2u} = X_{2u} \cdot \frac{S_b}{S_2} .$$

Note-se que, dada a arbitrariedade da escolha da potência aparente base, podem aparecer impedâncias por unidade de valor superior a 1 (ou, em percentagem, de valor superior a 100 %).

5.2 — Repercussão de uma impedância

No cálculo de redes eléctricas o problema de mudança de base tem ainda ourto *enunciado:* relacionar a impedância óhmica Z inserida num sistema definido por uma dada base (S_b, U_b) com a sua reflexão óhmica Z' noutro sistema interligado com aquele e definido por outra base (S'_b, U_b).

a) INTERLIGAÇÃO EM CADEIA

O caso da interligação em cadeia corresponde aos transformadores de dois enrolamentos (cadeia directa simples) e às redes puramente radiais (cadeia simples ou múltipla).

A interligação dos sistemas em cadeia pode pois ser directa ou simples, se estiverem dois sistemas directamente acoplados, ou ser em cadeia múltipla, se existir um número finito de sistemas intermédios com bases diferentes.

Se se estabelecer contudo a relação para o caso da interligação directa simples é depois fácil generalizar para qualquer mudança de base de sistemas acoplados em cadeia.

Como se trata, neste caso, da mesma impedância vista de referenciais diferentes interligados, a imagem ou repercussão desse valor óhmico será diferente consoante a base do referencial em que é observada. Todavia compreende-se que se possa admitir uma proporcionalidade dos valores relativos dessa repercussão em qualquer dos sistemas assim interligados, devido à dependência que a interligação estabelece entre as bases respectivas.

De (16) conclui-se que a impedância por unidade é proporcional à potência base e nos sistemas interligados em cadeia existe uma relação bem definida entre as tensões sucessivas, dadas pelas relações de transformação U_1/U_2, U_2/U_3, etc.

Elabora-se então o **Postulado da proporcionalidade:** *Na repercussão de uma impedância em sistemas em cadeia os valores de uma impedância por unidade são directamente proporcionais às respectivas potência base*

$$\frac{Z'_u}{Z_u} = \frac{S'_b}{S_b} . \qquad (28)$$

Mas segundo (15) será

$$\frac{Z'_u}{Z_u} = \frac{Z'}{Z} \cdot \frac{Z_b}{Z'_b}$$

e por (19)

$$\frac{Z'_u}{Z_u} = \frac{Z'}{Z} \left(\frac{U_b}{U'_b} \right)^2 \frac{S_b}{S_b}$$

donde devido a (28)

$$\frac{Z'}{Z} = \left(\frac{U'_b}{U_b} \right)^2 \qquad (29)$$

expressão que traduz uma importante propriedade da mudança de base na repercussão de uma impedância Z expressa em Ohm, inserida num sistema de uma dada base (S_b, U_b), num outro sistema ligado em cadeia com aquele e definido por outra base (S'_b, U'_b).

Para generalizar esta propriedade a qualquer número finito de sistemas de bases diferentes em cadeia considerem-se n *transformadores em cadeia*. Seja U_o a tensão do primário do primeiro transformador, onde está inserida a impedância Z_o cuja repercussão se pretende calcular nas sucessivas bases (fig. 1).

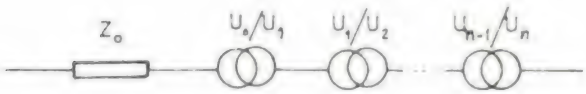


Fig. 1 — Cadeia de transformadores.

Cálculo da impedância em Ohm:

— Na base S_1, U_o : Z_o

— Na base S_1, U_1 :

de (29) vem $Z_1 = Z_o \left(\frac{U_1}{U_o}\right)^2$

— Na base S_2, U_2 :

$$Z_2 = Z_1 \left(\frac{U_2}{U_1}\right)^2 = Z_o \left(\frac{U_1}{U_0}\right) \cdot \left(\frac{U_2}{U_1}\right)^2 = Z_o \left(\frac{U_2}{U_o}\right)^2$$

Genèricamente, será

— Na base S_v, U_v :

$$Z_v = Z_o \left(\frac{U_v}{U_o}\right)^2$$

ou

$$\frac{Z_v}{Z_o} = \left(\frac{U_v}{U_o}\right)^2$$

que confere generalidade à propriedade (29).

Cálculo da impedância por unidade:

— Na base S_1, U_o:

de (21) vem $Z_{ou} = Z_o \frac{S_1}{U_2^o}$

— Na base S_1, U_1:

$$Z_{1u} = Z_1 \cdot \frac{S_1}{U_1^2} = Z_o \left(\frac{U_1}{U_1}\right)^2 \cdot \frac{S_1}{U_1^2} = Z_{ou}$$

— Na base S_2, U_2:

$$Z_{2u} = Z_2 \frac{S_2}{U_2^2} = Z_1 \left(\frac{U_2}{U_1}\right)^2 \cdot \frac{S_2}{U_2^2} = Z_{1u} \frac{S_2}{S_1} =$$

$$= Z_{ou} \frac{S_2}{S_1}$$

e genèricamente

— Na base S_v, U_v:

$$Z_{vu} = Z_{ou} \cdot \frac{S_v}{S_1}$$

ou

$$\frac{Z_{vu}}{Z_{ou}} = \frac{S_v}{S_1}$$

que confere generalidade à propriedade postulada (28).

Fica portanto justificada a aplicabilidade, em qualquer conjunto finito de sistemas em cadeia, do **TEOREMA da repercussão de uma impedância:** *A relação entre os valores de uma impedância expressos em Ohm em duas bases diferentes é proporcional ao quadrado da tensão da primeira base e inversamente proporcional ao quadrado da tensão da segunda base*

$$\frac{Z'}{Z} = \left(\frac{U'_b}{U_b}\right)^2 \qquad (30)$$

é a relação entre os valores de uma impedância expressos por unidade em duas bases diferentes é proporcional à potência aparente da primeira base e inversamente proporcional à potência aparente da segunda base

$$\frac{Z'_u}{Z_u} = \frac{S'_b}{S_b}. \qquad (31)$$

É importante observar que a relação dos valores por unidade de uma impedância inserida num sistema é independente das tensões que definem as respectivas bases. Assim o valor por unidade de uma impedância pode somar-se com a repercussão de qualquer outra impedância expressa também por unidade.

Pode agora resolver-se o problema assim *enunciado:* dada uma impedância por unidade numa base (S_b, U_b), calcular a impedância em Ohm noutra base (S'_b, U'_b), ou inversamente.

De (20) para a base (S'_b, U'_b) será

$$Z' = Z'_u \frac{U'^2_b}{S_b}$$

mas (31) relaciona os valores por unidade em bases diferentes

$$Z'_u = Z_u \cdot \frac{S'_b}{S_b}$$

donde

$$Z' = Z_u \cdot \frac{U'^2_b}{S_b}$$

relação que exprime o teorema equivalente a (31) e análogo a (21).

TEOREMA de mudança de base e de expressão (unidade física ou valor reduzido) **de uma impedância:** *A relação entre a impedância em Ohm numa base e a impedância por unidade noutra base é proporcional ao quadrado da tensão da primeira base e inversamente proporcional à potência aparente da segunda base*

$$\frac{Z'}{Z_u} = \frac{U'_b}{S_b} \qquad (32)$$

e, inversamente, *a relação entre a impedância por unidade numa base e a impedância por unidade noutra base é proporcional à potência aparente da primeira base e inversamente proporcional ao quadrado da tensão da segunda base*

$$\frac{Z'_u}{Z} = \frac{S'_b}{U^2_b}. \qquad (33)$$

Particularmente é de interesse, pela simplicidade de cálculo a que conduz, estabelecer o **PRINCÍPIO da potência-base constante:** *Duas bases distintas podem definir-se apenas pelos diferentes valores das tensões base, sendo iguais as potências base*

$$S'_b = S_b. \qquad (34)$$

Nestas condições (31) transforma-se em

$$Z'_u = Z_u$$

enquanto (32) conserva a mesma forma.

Pode por conseguinte enunciar-se o **COROLÁRIO de igualdade das potências base:** *Se são iguais as potências base de diferentes bases relativas a sistemas interligados, os respectivos valores das impedâncias por unidade são iguais em qualquer das bases*

$$Z'_u = Z_u. \qquad (35)$$

É por isso que se escolhe uma potência base para todo o cálculo de uma dada rede, pois os

valores das impedâncias por unidade conservam-se em qualquer base.

Uma boa vantagem da utilização do princípio introduzido é permitir mudar a base de uma intensidade de corrente com grande simplicidade, problema que tem o seguinte *enunciado*: conhecida uma intensidade de corrente numa base (U_b), relacionar o valor da intensidade noutra base com a mesma potência (S, U'_b).

Como a potência S é constante $U'_b I'_b = U_b I_b$ e portanto deduz-se o **TEOREMA de mudança de base das intensidades de corrente a potência constante**: *A relação entre as intensidades de corrente em duas bases distintas com a mesma potência base é igual à relação inversa das tensões base:*

$$\frac{I'}{I} = \frac{U_b}{U'_b} . \qquad (36)$$

b) INTERLIGAÇÃO EM PARALELO

A interligação em paralelo é o tipo de interligação apresentado pelas linhas em derivação.

Sejam n *linhas em paralelo*, cada uma com uma base (S_1, U), em que, pelo facto de estarem em derivação, a tensão é comum.

O problema resume-se ao anterior considerando sucessivamente cada par de linhas, pela redução a uma base comum arbitrada (S_b, U) através do teorema definido por (30) e (31).

Como as tensões base são iguais de (30) conclui-se $Z' = Z$, quer dizer, não há que fazer qualquer redução dos valores em Ohm.

Como os valores por unidade são reduzidos à mesma potência base (S_b), será por (31)

$$Z'_{\nu u} = Z_\nu \frac{S'_\nu}{S_b} .$$

c) INTERLIGAÇÃO MISTA

A interligação mista é o caso normal das linhas interligadas em cadeia e com derivações.

Basta conjugar os critérios anteriores para se concluir a aplicabilidade do teorema demonstrado.

d) INTERLIGAÇÃO DIRECTA MÚLTIPLA

Os transformadores de três enrolamentos exemplificam na prática a interligação directa múltipla.

De uma maneira geral seja um transformador de n enrolamentos, definindo n bases (S_1, U_1), (S_2, U_2), . . . , (S_n, U_n) relativas a n sistemas interligados directamente entre si.

Como a interligação directa é um caso particular da interligação em cadeia, considerando os sistemas dois a dois com os restantes em aberto, podem utilizar-se as conclusões estabelecidas para a interligação em cadeia para cada par de interligações, definindo-se um sistema de equações que, reduzidas a uma base comum, permitem determinar os valores em Ohm, ou por unidade, da impedância equivalente em cada sistema.

Determinam-se então as impedâncias por unidade de cada par de sistemas, medidas num deles com o outro em curto-circuito e estando os restantes em aberto. Como cada um destes valores por unidade se refere à tensão e potência do seu sistema próprio é necessário reduzir todos os valores a uma base comum (S_b, U_b), para se desenvolverem os cálculos, que em geral se faz igual a uma das bases dos sistemas para simplificar.

Assim, dados os valores por unidade $Z_{\nu\mu(u)}$ em cada base (S_ν, U_ν) ligada ao par de sistemas ν e μ, determinados conforme se descreveu, calculam-se os valores óhmicos na base comum por (32)

$$Z'_{\nu\mu} = Z_{\nu\mu(u)} \cdot \frac{U_b^2}{S_\nu}$$

e como

$$Z_{\nu\mu} = Z_\nu + Z_\mu$$

sendo Z_ν e Z_μ as impedâncias em Ohm dos sistemas eléctricos ν e μ reduzidas à base comum (S_b, U_b) obtém-se a partir deste sistema de equações todos os valores Z_ν (com $\nu = 1, 2, \ldots, n$) em Ohm, numa mesma base e portanto em condições de se efectuarem os cálculos necessários.

SUPER SP-SUÇO-PORTUGUÊS 276/405/AR1

Conserve a água da sua piscina sempre limpa sem mudá-la

EQUIPAMENTO PARA PISCINAS

Conserve a água da sua piscina sempre limpa sem mudá-la.

A SETAL põe ao seu dispor a possibilidade de ter sempre água pura e cristalina —

— filtros, doseadores, limpadores de fundo, escovas, grelhas, etc.

Acessórios:

escadas, pranchas, trampolins, etc.

Dedicado serviço de assistência após-venda.

Consulte-nos sem compromisso.

EQUIPAMENTO PARA PISCINAS

SETAL
TRATAMENTO DE ÁGUAS

SETAL - Sociedade de Estudos e Tratamento de Águas, Lda.
LISBOA
Rua Joaquim António de Aguiar, 73-5.º - Tel. 68 41 83/5
PORTO
Praça D. João I, 25, 1.º-salas 16 e 17 - Tel. 24771

10.000 obras realizadas

- coberturas
- perfis especiais
- vigas pré-esforçadas
- pavimento trief
- protecção de segurança
- mosaicos
- tubos

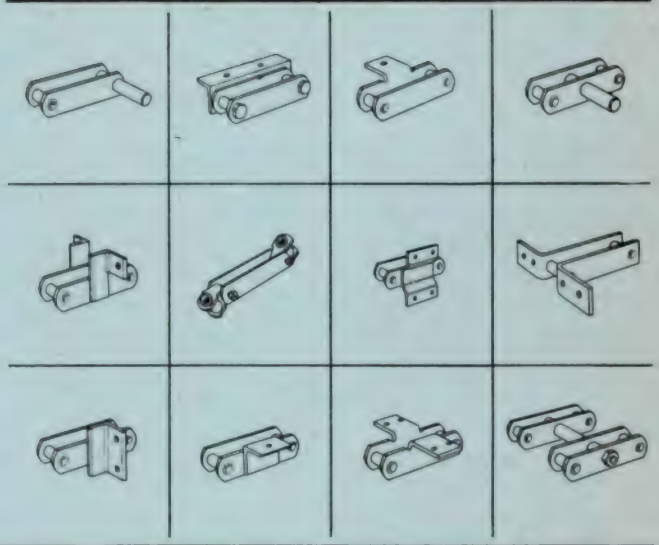
materiais novobra

PAVIMENTOS
EM BETÃO PRÉ-ESFORÇADOS (HOMOLOGADOS PELO LAB. NAC. DE ENGENHARIA CIVIL)

LEIRIA — PONTE DAS MESTRAS — TEL. 2 37 44
LISBOA — AV. EST. UNIDOS DA AMERICA, 100, 1.º Dto. — TEL. 77 18 03 - 77 48 32
LAGOA — ESTRADA DO CARMO — TEL. 94

RENOLD LIMITED

Correntes transportadoras rodas e accessorios — RENOLD



Correntes transportadoras padronizadas, de 1" até 24" de passo, 3000 lbs. até 85000 lbs. de carga de rotura. Linha completa de rodas e accessórios padronizados.

Correntes com articulação simples ou multipla para cargas suspensas.

Correntes padronizadas, para o transporte de garrafas e outras aplicações especializadas.

RENOLD

HOLROYD

Crofts

CARTER
HYDRAULIC INFINITELY VARIABLE SPEED DRIVES

Outros produtos para a transmissão de força e manejo mecânico, incluindo:

CORRENTES DE ROLOS DE PRECISÃO E RODAS
ENGRENAGENS E REDUTORES, DE REDUÇÃO FIXA E VARIAVEL,
LUVAS DE ACOPLAMENTO,
EMBRAIAGENS E FREIOS.

Informações técnicas sobre a linha completa de produtos RENOLD e HOLROYD na:

HARKER SUMNER & CIA., LDA.
38 Rua de Ceuta, 48
PORTO
Apartado No. 162. Tel: 27054 (4 linhas)
14 Largo do Corpo Santo, 18
LISBOA-2
Tel: 324823, 35124, 369028

RENOLD

RENOLD LIMITED · MANCHESTER · ENGLAND

5.3 — Mudança de base com inserção e repercussão

Pela conjugação das noções de inserção e de repercussão de impedância estabelece-se o problema geral com o seguinte *enunciado*: dados os valores da potência e da tensão base (S_b e U_b) que definem a impedância de um elemento a ser inserido num sistema eléctrico de base diferente (S'_b e U'_b) relacionar com o valor de repercussão dessa impedância num sistema interligado em cadeia caracterizado por outra base (S''_b, U''_b).

De (25), relativo à inserção de Z, na base (S_b, U_b), no sistema definido por (S'_b, U'_b), será

$$\frac{Z'_u}{Z_u} = \left(\frac{U_b}{U'_b}\right)^2 \cdot \frac{S'_b}{S_b}$$

e de (30) e (31), para a repercussão da impedância com o valor Z' na base (S'_b, U'_b) inserida no sistema interligado definido por (S''_b, U''_b) será

$$\frac{Z''}{Z'} = \left(\frac{U''_b}{U'_b}\right)^2 \quad \text{e} \quad \frac{Z''_u}{Z'_u} = \frac{S''_b}{S'_b}$$

expressões que relacionadas, simplificando e devido a (26), conduzem ao **TEOREMA da inserção e repercussão de uma impedância:** *A repercussão de uma impedância inserida num sistema noutro sistema interligado é independente do sistema em que está inserida e dos sistemas intermédios, dependendo o valor por unidade ùnicamente da base em que a impedância é definida e da base em que se quer calcular a impedância*

$$\frac{Z''}{Z} \cdot \frac{Z_u}{Z''_u} = \left(\frac{U''_b}{U_b}\right)^2 \cdot \frac{S_b}{S''_b} \cdot \qquad (37)$$

Esta expressão pode obter-se directamente da propriedade (20) aplicada à impedância em dois sistemas distintos (S_b, U_b) e (S''_b, U''_b).

6 — CONCLUSÕES

Em síntese, o método de redução foi elaborado pela seguinte teoria:

1.º — Definiu-se o método de redução por unidade, pela relação (5), e o método percentual semelhante, por meio de (6);

2.º — Determinou-se, a partir da definição, a propriedade (16) e (17) da relação entre os valores da impedância por unidade e em Ohm;

3.º — Enunciou-se o teorema dos valores de impedância numa base, (20) e (21), equivalente à propriedade anterior;

4.º — Demonstrou-se o teorema da associação de impedâncias por unidade, (22) e (23), baseando-se no teorema anterior, no conceito de impedância equivalente e nas leis de associação de impedâncias óhmicas;

5.º — Estabeleceu-se o postulado da invariância da impedância óhmica, (24), no caso de inserção num dado sistema;

6.º — Deduziu-se o teorema da inserção de uma impedância, (25) e (26), a partir da definição do método e do postulado anterior;

7.º — Deste teorema enunciou-se o corolário da igualdade das tensões base, (27), no caso da inserção de uma impedância;

8.º — Definiu-se o postulado da proporcionalidade, (28), entre as impedâncias por unidade e as potências base na repercussão de uma impedância;

9.º — Deduziu-se o teorema da repercussão de uma impedância, (30) e (31), a partir do postulado anterior e da definição do método;

10.º — Confirmou-se a generalidade deste teorema para qualquer sistema interligado;

11.º — Introduziu-se o princípio da potência base constante, (34), em sistemas interligados;

12.º — Concluiu-se o corolário da igualdade das potências base, (35), a partir do postulado (28) e do princípio anterior (34);

13.º — Estabeleceu-se o teorema de mudança de base das intensidades de corrente a potência constante, (36), tendo como origem a constância de potência aparente e o princípio (34);

14.º — Chegou-se ao teorema da mudança da inserção e repercussão de uma impedância, (37), conjugando o teorema (25) e (26) com o teorema (30) e (31).

Da teoria exposta merece portanto crítica a introdução dos postulados (24) e (28), que determinam a axiomática da teoria do método.

Quanto ao postulado da invariância do valor em Ohm de uma impedância na sua inserção num dado sistema, não é contestável dada a natureza física da impedância e o conceito de inserção da impedância num sistema.

Mas já não é tão evidente a concepção do postulado da proporcionalidade entre as impedâncias por unidade e as potências base no caso de repercussão do seu valor. A partir deste postulado, todavia deduziu-se o teorema da repercussão de uma impedância que é confirmado pela própria teoria dos transformadores.

De facto, um transformador ideal, representado pelo esquema da figura 2, corresponde a dois sistemas de bases diferentes mas interligadas, respectivamente a do primário (S_1, U_1) e do secundário (S_2, U_2).

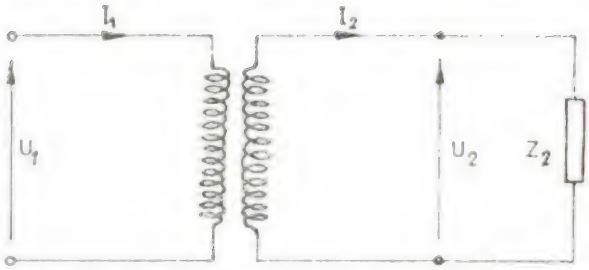


Fig. 2 — Esquema de um transformador

Sendo a relação de transformação igual à relação do número de espiras entre o primário e o secundário ($m = n_1/n_2$), isto é, $m = V_1/V_2 = U_1/U_2$, admitindo que a potência aparente no primário é igual à do secundário $S_1 = S_2$ (hipótese do transformador ideal) será $I_1 = I_2/m$ ou $I_1 = I_2 . V_2/V_1$ e por definição de impedância à entrada do transformador $Z_1 = V_1/I_1$ vem $Z_1 = V_1 . m/I_2$ ou, como $Z_2 = V_2/I_2$, $Z_1 = m^2 Z_2$ ou seja

$$Z_1 = Z_2 . \left(\frac{U_1}{U_2}\right)^2$$

expressão que é equivalente a (30).

Por definição de valor por unidade $Z_{1u} = Z_1/Z_b$ ou $Z_{1u} = Z_1 . S_1/U_1^2$ e anàlogamente $Z_{2u} = Z_2 . S_2/U_2^2$ donde

$$Z_{1u} = Z_{2u}$$

que revela a relação (31) no caso de se verificar o princípio (34).

Este exemplo justifica claramente a axiomática da teoria desenvolvida sobre o método de redução de valores a uma base arbitrária.

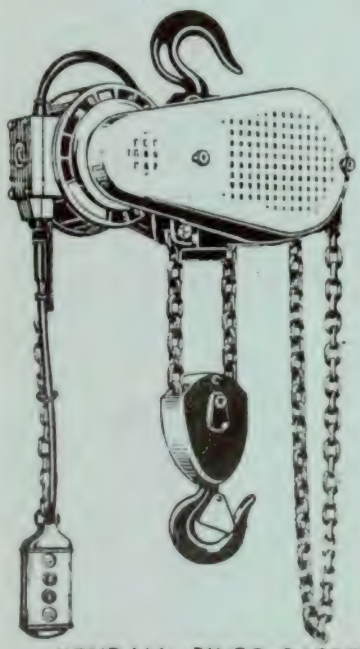
ESCAVADORAS HIDRÁULICAS
S/RODAS — S/LAGARTAS

— ENTREGAS IMEDIATAS

yumbo

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO
GUEDES & ALMEIDA, LDA.
RUA ÁUREA, 181 - 2.° — TELEFONES 32 50 11 - 32 78 45 — LISBOA

DIFERENCIAIS VERLINDE



O modelo PEC (250 a 10.000 kg) é indicado para os casos em que um diferencial manual é insuficiente e um diferencial de cabo não se justifica econòmicamente

REPRESENTANTES EM PORTUGAL:

KENDALL, PINTO BASTO & C.ª, LDA.
Rua Nova da Alfândega, 7-12
Telef. 28421 (7 linhas)
PORTO

E. PINTO BASTO & C.ª, LDA.
Avenida 24 de Julho, 1
Telef. 361581 (10 linhas)
LISBOA-2

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA

S. A. R. L.

FABRICANTE DE ISOLADORES PARA EQUIPAMENTO DE SUB-ESTAÇÕES TRANSFORMADORES E DE LINHAS DE TRANSPORTE DE ENERGIA EM ALTA TENSÃO

fábrica igualmente

- isoladores de baixa tensão
- pequena aparelhagem eléctrica em baquelite e porcelana
- tubo plástico "Polivoli" para protecção de condutores
- material em refractário especial para aparelhos de aquecimento

DANIEL VIDAS

SEDE: L. BARÃO DE QUINTELA, 3-1.º LISBOA
FABRICA: GANDAL - VILA NOVA DE GAIA

C 61-1

SONDAGENS RODIO, LDA.

R. S. Bento, 644 - 3.º
LISBOA

PORTO
LUANDA
BEIRA

TELEFONE: 68 80 96

SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ESTACAS
PAREDES CONTINUAS
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS

RODIO

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada
(REGISTADO)

■ ■ ■

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

■ ■ ■

ESCRITÓRIO
Rua de S. Tiago, 13
LISBOA
Telefone 86 19 72

C. D. U. 007.52

VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

AUTÓMATOS FINITOS

(Conclusão)

por LUÍS FERNANDO MONTEIRO
Do Centro de Estudos de Cibernética

3.2 — Equivalência

Seja I o alfabeto de entrada de uma máquina sequêncial M. Designaremos por ΣI o conjunto de todas as sequências finitas não nulas de símbolos de entrada. Representamos uma sequência de entrada por um símbolo de entrada com uma barra. Por exemplo,

$$\bar{u} = u_1 \, u_2 \; . \; . \; . \; u_j$$

com $u_i \varepsilon I$, é uma sequência de entrada de comprimento j. Note-se que numa sequência $\bar{u}$ podem aparecer um ou mais símbolos repetidos. Note-se ainda que $I \subset \Sigma I$, ou seja, I pode ser tomado como o conjunto das sequências de comprimento unitário. Por vezes é util considerar a sequência nula Λ, ou de comprimento zero. Introduzimos assim o conjunto

$$I^* = \Sigma I \cup \{\Lambda\}.$$

Consideremos agora o problema de generalizar a aplicabilidade das funções δ e λ às sequências de entrada.

DEFINIÇÃO 3.6 — Seja $\bar{\delta}$ a função δ estendida indutivamente ao conjunto $S \times I^*$ como se segue:

i) $\bar{\delta}(s, \Lambda) = s$ para todo o $s \varepsilon S$;

ii) se $\bar{\delta}$ é definida para sequências de comprimento $K \leqslant 0$ e $\bar{u} = \bar{u'} u$ onde $\bar{u'}$, tem comprimento K, seja

$$\bar{\delta}(s, \bar{u}) = \delta[\bar{\delta}(s, \bar{u'}), u].$$

Para a função λ temos (máquina de Mealy)

$$\lambda(s, \bar{u}) = \lambda[\bar{\delta}(s, \bar{u'}), u] \quad , \quad \text{para } \bar{u'} \varepsilon I^* \text{ e } u \varepsilon I,$$

e (máquina de Moore)

$$\bar{\lambda}(s, \bar{u}) = \lambda[\bar{\delta}(s, \bar{u})] \text{ para } \bar{u} \varepsilon I^*.$$

Interpretemos a definição dada.

Supondo que aplicávamos a uma máquina sequêncial M, num estado s, uma sequência de entradas $\bar{u} = u_1 \, u_2 \; . \; . \; . \; u_j$, obtínhamos uma sequência de estados internos como se segue:

$$s_1 = \delta(s, u_1)$$

$$s_2 = \delta(s_1, u_2) = \delta[\delta(s, u_1), u_2] = \bar{\delta}(s, u_1 \, u_2)$$

$$s_3 = \delta(s_2, u_3) = \delta[\bar{\delta}(s, u_1 \, u_2), u_3] = \bar{\delta}(s, u_1 \, u_2 \, u_3)$$

$$s_j = \delta(s_{j-1}, u_j) = \delta[\bar{\delta}(s, u_1 \ldots u_{j-1}), u_j] = \bar{\delta}(s, \bar{u}).$$

$\bar{\delta}(s, \bar{u})$ representa assim, para um estado inicial s, o estado final que a máquina atinge quando se lhe aplica a sequência de entrada $\bar{u}$.

É de notar agora que o domínio de $\bar{\lambda}$ é $S \times \Sigma I$ ou $S \times I^*$ conforme a máquina em questão é uma máquina de Mealy ou uma máquina de Moore, em virtude da definição de λ em cada caso.

Esta extensão das funções δ e λ vai-nos permitir introduzir a noção de máquinas equivalentes. Qualquer noção de equivalência entre máquinas deve ser baseada num conceito preciso de quando é que duas máquinas podem fazer a mesma coisa. Intuítivamente pensamos que duas máquinas fazem a mesma coisa se as mesmas entradas originam as mesmas saídas. Para dar forma a este conceito intuítivo, começemos por definir estados equivalentes.

DEFINIÇÃO 3.7 — Se $M_1 = (S_1, I_1, O_1, \delta_1, \lambda_1)$ e $M_2 = (S_2, I_2, O_2, \delta_2, \lambda_2)$ são duas máquinas de Moore (ou de Mealy) com os mesmos alfabetos de entrada e de saída $(I_1 = I_2$ e $O_1 = O_2)$, os estados $s_1 \varepsilon S_1$ e $s_2 \varepsilon S_2$ são equivalentes se e só se

$$\bar{\lambda}_1 (s_1, \bar{u}) = \bar{\lambda}_2 (s_2, \bar{u}),$$

qualquer que seja $\bar{u} \varepsilon I^*$ (ou $\bar{u} \varepsilon \Sigma I$ para máquinas de Mealy).

Note-se que esta definição também se aplica no caso especial em que $M_1 = M_2$.

Mostremos agora que estados equivalentes s_1 e s_2 de máquinas M_1 e M_2 transitam para estados equivalentes, em seguida à ocorrência de qualquer símbolo de entrada.

Com efeito, seja $\bar{u}$ um elemento arbitrário de ΣI ou de I^*, conforme consideramos máquinas de Mealy ou de Moore. Então

$$\bar{\lambda}_1 [\delta_1 (s_1, u) \bar{u}] = \bar{\lambda}_1 (s_1, u\bar{u}),$$

para qualquer $u \varepsilon I$. Mas, sendo s_1 e s_2 equivalentes,

$$\bar{\lambda}_1 (s_1, u \bar{u}) = \bar{\lambda}_2 (s_2, u \bar{u}) = \bar{\lambda}_2 [\delta (s_2, u), \bar{u}],$$

e assim

$$\delta_1 (s_1, u) \text{ é equivalente a } \delta_2 (s_2, u).$$

DEFINIÇÃO — 3.8 Duas máquinas M_1 e M_2 (do mesmo tipo) são equivalentes se e só se cada $s_1 \varepsilon S_1$ tem um estado equivalente $s_2 \varepsilon S_2$, e cada $s_2 \varepsilon S_2$ tem um estado equivalente $s_1 \varepsilon S_1$.

	0	1	
r	s	t	0
s	r	t	0
t	t	r	1

Máquina K'.

	0	1	
u	u	v	0
v	w	u	1
w	w	u	1

Máquina K''.

Fig. 3.11.

Consideremos a figura 3.11.

Os estados r,s de K' são equivalentes.

Os estados v,w de K'' são equivalentes.

As máquinas K, e K'' são equivalentes: os estados r, s, u são equivalentes, bem como os estados t, v, w (note-se que K' e K'' não são isomorfas).

DEFINIÇÃO — 3.9 Dizemos que uma máquina M é *reduzida* se e só se, s_1 equivalente a s_2 implica $s_1 = s_2$.

Portanto, numa máquina reduzida, cada estado só é equivalente a si próprio.

É possível mostrar que, dada uma máquina M_1, existe uma máquina reduzida M equivalente a M_1. E além disso, se M_2 é qualquer máquina equivalente a M_1 (eventualmente $M_2 = M_1$), então existe um homomorfismo de estado de M_2 sobre M.

Na figura 3.12 mostra-se a máquina reduzida K para K' e K'', bem como os homomorfismos de estado (ver pág.) de K' sobre K e de K'' sobre K.

	0	1	
B_1	B_1	B_2	0
B_2	B_2	B_1	1

$h_1' : \{r,s,t\} \longrightarrow \{B_1,B_2\}$ $\quad$ $h_1'' : \{u,v,w\} \longrightarrow \{B_1,B_2\}$

$h_1' :$ $r \longrightarrow B_1$ $\quad$ $h_1'' : u \longrightarrow B_1$

$s \longrightarrow B_1$ $\quad$ $v \longrightarrow B_2$

$t \longrightarrow B_2$ $\quad$ $w \longrightarrow B_2$

Fig. 3.12

Mostra-se fàcilmente que se duas máquinas reduzidas forem equivalentes elas também são isomorfas. Existe portanto uma única máquina reduzida, a menos de um isomorfismo, para qualquer conjunto de máquinas equivalentes.

Podemos agora observar que a definição 3.7 de estados equivalentes é equivalente (no caso que $M_1 = M_2$) à definição 1.1 de histórias equivalentes, a despeito de aí termos considerado toda a sequência de saída. Realmente não é necessário ter em consideração toda a sequência de saída, como é fácil de ver.

Note-se ainda que quando definimos histórias equivalentes e apelidámos cada classe de histórias equivalentes de estado interno ou de estado de memória, estamos realmente a considerar uma máquina reduzida. Numa máquina não reduzida,

o que se passa é que associamos mais de um estado a cada classe de histórias equivalentes.

DEFINIÇÃO 3.10 — Uma máquina de Moore

$$M_1 = (S_1, I_1, O_1, \delta_1, \lambda_1)$$

e uma máquina de Mealy

$$M_2 = (S_2, I_2, O_2, \delta_2, \lambda_2)$$

com os mesmos alfabetos de entrada e de saída, são *semelhantes* se e só se para cada estado $s_1 \varepsilon S_1$ (ou $s_2 \varepsilon S_2$) existe um estado $s_2 \varepsilon S_2$ (ou $s_1 \varepsilon S_1$) tal que

$$\overline{\lambda_1}(s_1, \overline{u}) = \overline{\lambda_2}(s_2, \overline{u})$$

para todo o $\overline{u} \varepsilon \Sigma I$ $(I = I_1 = I_2)$.

Nada se diz àcerca de $\overline{\lambda_1}(s_1, \Lambda) = \lambda_1(s_1)$. Consequentemente, várias máquinas de Moore não equivalentes podem ser semelhantes a uma simples máquina de Mealy. Pelo contrário, todas as máquinas de Mealy semelhantes a uma dada máquina de Moore são equivalentes.

3.3. — Realizações

A secção anterior mostra que duas máquinas equivalentes têm o mesmo comportamento entrada-saída, de forma que é possível utilizar qualquer delas para imitar o comportamento da outra, ainda que elas não estejam relacionadas por homomorfismo.

O propósito desta secção é definir e elucidar a relação entre as máquinas tratadas de uma forma abstracta e os circuitos físicos que lhes correspondem. É através das interpretações físicas que os resultados teóricos se tornam interessantes e úteis para pessoas interessadas nas aplicações.

Em casos comuns, em face de uma máquina, é impossível construir um circuito físico que seja isomorfo da máquina em questão, isto é, com o mesmo número de estados, de entradas e de saídas. Já vimos por outro lado que o circuito físico não necessita ser isomorfo de uma dada máquina para fazer tudo o que ela faz, nem sequer a máquina precisa ser uma imagem homomórfica do circuito, podendo por exemplo ser-lhe equivalente. No entanto, a noção de equivalência não é a mais geral que podemos estabelecer, porque qualquer máquina M′ faz tudo o que faz a sua imagem homomórfica M (modificando-se M′ utilizando circuitos combinatórios) e não sendo M′ necessàriamente equivalente a M. Além disso, a noção de equivalência só é definida para máquinas com o mesmo alfabeto de entrada e igual alfabeto de saída. Assim, precisamos de estabelecer uma noção geral que nos permita decidir, em todas as circunstâncias, se dadas duas máquinas quaisquer M′ e M é possível utilizar M′ para imitar o comportamento de M.

Como já foi dito, imaginamos M′ a imitar o comportamento de M se M′ fizer tudo o que M faz, desde que se utilizem circuitos combinatórios à «frente» e «atrás» de M′ (Fig. 3.13).

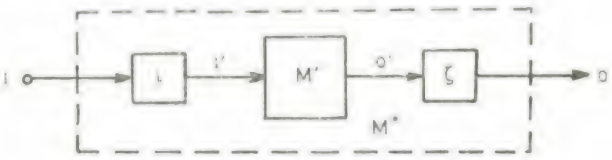


Fig. 3.13. Máquina M* que se comporta como M

Podemos pensar na máquina M′ com circuitos combinatórios como sendo uma máquina M* que se comporta como M. Para M*

$$S^* = S', I^* = I, O^* = O.$$

Suponhamos que M e M′ são duas máquinas de Mealy. Se M estiver num estado $s \varepsilon S$ e se lhe aplicarmos uma sequência de entrada $\overline{u} \varepsilon \Sigma I$, a saída corresponde à última entrada será

$$\overline{\lambda}(s, \overline{u}).$$

É claro que se M* imita o seu comportamento de M, existirá um estado $s' \varepsilon S^*$ tal que, aplicando a M* a sequência $\overline{u}$, a saída correspondente ao último símbolo em $\overline{u}$ será

$$\overline{\lambda^*}(s', \overline{u}) = \overline{\lambda}(s, \overline{u}),$$

o que mostra que, para que M^* imite M, para cada estado $s \varepsilon S$ tem que existir pelo menos um estado $s' \varepsilon S^*$ que lhe é equivalente (ver def. 3.7). Definamos para cada $s \varepsilon S$ o conjunto

$$\alpha(s) = \{s' \mid s' \text{ é equivalente a } s, s \varepsilon S \text{ e } s' \varepsilon S^*\}^{(1)}.$$

(1) α é uma aplicação de S em subconjuntos não vazios de S^*.

Sabemos que se s e s' são equivalentes, também são

$$\bar{\delta}(s,\bar{u}) \text{ e } \bar{\delta}^*(s',\bar{u}) \qquad \text{(ver pág. 428)}$$

qualquer que seja $\bar{u} \in \Sigma I$, portanto

$$\bar{\delta}^*(s',\bar{u}) \in \alpha[\bar{\delta}(s,\bar{u})]$$

para todo o $s' \in \alpha(s)$, donde

$$\bar{\delta}^*[\alpha(s), \bar{u}] \subseteq \alpha[\bar{\delta}(s,\bar{u})].$$

Estas ideias estão na base da definição que se segue. Nessa definição utilizaremos símbolos de entrada em vez de sequências de entrada, como temos feito até aqui (é fácil estabelecer a equivalência). Antes disso notemos que

$$\delta^*(s',u) = \delta'(s',l(u))$$

e

$$\lambda^*(s',u) = \xi[\lambda'(s',l(u))].$$

DEFINIÇÃO 3.11. — Dizemos que uma máquina M' é uma *realização* de uma máquina M se e só se existirem três funções α, l, ξ, sendo

- α uma aplicação de S em subconjuntos não vazios de S',
- l uma aplicação de I em I',
- ξ uma aplicação de O' sobre O,

tais que satisfazem as seguintes relações:

i) $\delta'[\alpha(s), l(u)] \subseteq \alpha[\delta(s,u)]$ para todo $s \in S$ e $u \in I$,

ii) $\xi[\lambda'(s')] = \lambda(s)$ para todo $s' \in \alpha(s)$ (caso de Moore), ou

iii) $\xi[\lambda'(s',l(u))] = \lambda(s,u)$ para todo $s' \in \alpha(s)$ e u e I (caso de Mealy)

A figura 3.14 mostra uma realização L' para a máquina L.

	a	b	
1	3	2	0
2	1	2	1
3	3	1	1

Máquina L

$\alpha(1) = \{00,10\}$
$\alpha(2) = \{11\}$
$\alpha(3) = \{01\}$

$l(a) = 0$
$l(b) = 1$
$\xi(0) = 0$
$\xi(1) = 1$

$y_1 y_2$	u = 0	u = 1	Z
00	01	11	0
10	01	11	0
11	00	11	1
01	01	10	1

Máquina L'.

Fig. 3.14

A máquina L* mostra-se na figura 3.15. Temos

	a	b	
00	01	11	0
10	01	11	0
11	00	11	1
01	01	10	1

Fig. 3.15. Máquina L*.

$$S^* = S', I^* = I, O^* = O.$$

Observemos que o estado $1 \in S$ tem como equivalentes 00, 10 em S*, ambos em $\alpha(1)$, etc...

Note-se que neste exemplo ocorrem certas particularidades que não são necessárias: em primeiro lugar, para todo o $s' \in S'$ existe $s \in S$ tal que $s' \in \alpha(s)$, o que equivale a dizer que L e L* são máquinas equivalentes, e não é necessário que o sejam; em segundo lugar l é bijectiva e ξ é uma função identidade; em terceiro lugar $\alpha(1) \neq \alpha(2)$, $\alpha(1) \neq (3)$ e $\alpha(2) \neq \alpha(3)$, o que mostra que os estados 1, 2, 3, não são equivalentes e portanto L é uma máquina reduzida.

Os estados, entradas e saídas da máquina L' são expressões em termos de variáveis binárias, e as funções α, l, ξ explicam como estas devem ser interpretadas. Depois da próxima definição, mostramos como é que estas máquinas podem ser expressas em forma funcional e sintetizadas por um dispositivo físico.

DEFINIÇÃO 3.12 — As variáveis binárias de entrada

$$u_i \text{ para } 1 \leqslant i \leqslant m,$$

as variáveis binárias de estado

$$y_j \text{ para } 1 \leqslant j \leqslant n,$$

as funções de transição

$$Y_j : \{(y_1, \ldots, y_n, u_1, \ldots, u_m)\} \longrightarrow \{0,1\},$$

e as funções de saída

$$Z_k : \{(y_1, \ldots, y_n)\} \longrightarrow \{0,1\}, 1 \leqslant k \leqslant r \text{ (caso de Moore)}$$

ou

$$Z_k : \{(y_1, \ldots, y_n, u_1, \ldots, u_m)\} \longrightarrow \{0,1\} \text{ (caso de Mealy)}$$

definem a seguinte máquina:

i) $S = \{(y_1, \ldots, y_n)\}$, conjunto de todos os n — tuplos em $\{0,1\}$,

ii) $I = \{(u_1, \ldots, u_m)\}$;

iii) $O = \{(z_1, \ldots, z_r)\}$;

iv) $\delta(\vec{y}, \vec{u}) = \vec{Y}(\vec{y}, \vec{u})$;

v) $\lambda(\vec{y}) = \vec{Z}(\vec{y})$ ou $\lambda(\vec{y}, \vec{u}) = \vec{Z}(\vec{y}, \vec{u})$.

Nesta definição, $\vec{y}$ representa o n — tuplo $(y_1, \ldots, y_n)$. Por exemplo,

$$v)\ \lambda(y_1, \ldots, y_n) = (Z_1(y_1, \ldots, y_n), \ldots, Z_r(y_1, \ldots, y_n)).$$

A máquina L′ da figura 3.14 tem como variável de entrada u, variáveis de estado y_1, y_2: as funções de transição e de saída são dadas pelas seguintes equações Booleanas

$$Y_1 = u$$
$$Y_2 = \overline{y_2} + \overline{u}.\overline{y_1} + u.y_1$$
$$Z = y_2.$$

Dizemos que as equações como as anteriores realizam uma máquina M se elas definem uma máquina M′ que realiza M. Por isso as equações anteriores realizam a máquina L. O tema «realizar» é usado porque as equações determinam um circuito esquemático a partir do qual o engenheiro pode construir um dispositivo físico que se comporta como máquina. As equações para L′ determinam o diagrama da figura 3.16.

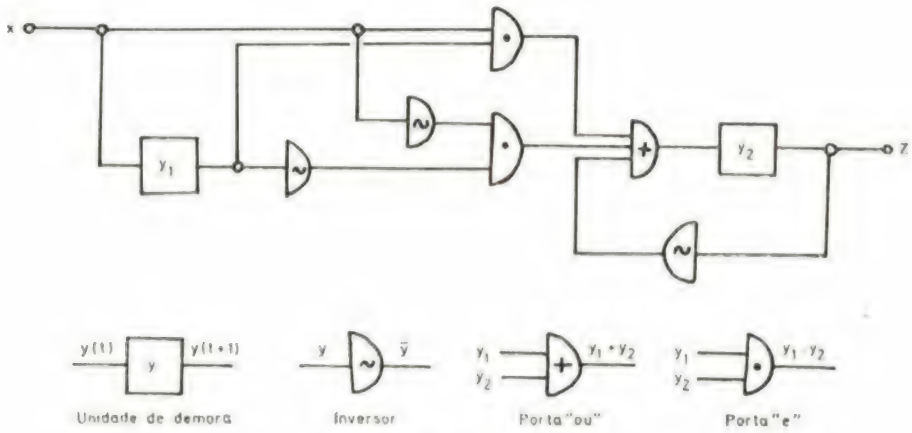


Fig. 3.16

A interpretação deste diagrama é a de que, em cada instante, o conteúdo das unidades y_1, y_2 é «libertado» e combinado com as entradas que aparecem nesse instante para o cálculo dos próximos valores, sendo os valores seguintes armazenados nas unidades de demora.

3.4 — Codificação dos estados

Um dos problemas centrais na realização física de máquinas sequênciais é o da selecção de códigos binários «desejáveis» para representar os estados internos da máquina. Frequentemente, «desejável» significa o mínimo número de componentes na realização resultante, ainda que outros critérios possam ser impostos.

Para ilustrar a larga variação em complexidade que diferentes atribuições de códigos podem induzir na realização de máquinas, sejam a máquina N e as duas codificações diferentes para os estados de N, as que se mostram na fig. 3.17.

	0	1	
1	4	3	0
2	6	3	0
3	5	2	0
4	2	5	1
5	1	4	0
6	3	4	0

Máquina N

	y_1	y_2	y_3
1 →	0	0	0
2 →	0	0	1
3 →	0	1	0
4 →	0	1	1
5 →	1	0	0
6 →	1	0	1

	y_1	y_2	y_3
1 →	1	1	0
2 →	1	0	1
3 →	1	0	0
4 →	0	0	0
5 →	0	0	1
6 →	0	1	0

Fig. 3.17

As equações lógicas que definem a máquina obtida por intermédio da primeira codificação são

$$Y_1 = \bar{y}_1 \cdot \bar{y}_2 \cdot y \cdot \bar{u} + y_2\, \bar{y}_3 \cdot \bar{u} + y_2\, y_3\, u$$

$$Y_2 = \bar{y}_2 \cdot u + \bar{y}_1 \cdot y_2 \cdot \bar{y}_3 + y_1 \cdot y_3$$

$$Y_3 = y_1 \cdot u + y_2 \bar{y}_3 \cdot u + y \cdot y_3 \cdot \bar{u} + \bar{y}_1 \cdot \bar{y}_2 \cdot \bar{u}$$

$$Z = y_2 \cdot y_3$$

Para o segundo caso temos

$$Y_1 = y_1 \cdot u + \bar{y}_1 \cdot \bar{u}$$

$$Y_2 = y_3 \cdot \bar{u}$$

$$Y_3 = \bar{y}_2 \cdot \bar{y}_3$$

$$Z = y_1 \cdot y_2 \cdot y_3$$

O contraste entre estas equações é óbvio. O segundo caso conduz a equações lógicas mais simples porque a dependência funcional entre as variáveis de estado foi reduzida. Vê-se que Y_1 não depende de y_2 ou y_3, e que Y_2 e Y_3 não dependem de y_1.

Este exemplo mostra que a decomposição de máquina pode conduzir a atribuições mais económicas de códigos. Além disso, intuitivamente sentimos que a redução do número de variáveis de estado e de entradas das quais as variáveis de estado dependem, deve simplificar os circuitos lógicos da realização correspondente.

A segunda codificação dos estados da máquina N conduz a uma decomposição de N em duas máquinas operando em paralelo. Assim, as realizações de máquinas a partir de componentes mais pequenas e a compreensão da dependência lógica (ou do fluxo de informação) podem ser tomadas como uma aproximação ao problema de atribuição de códigos aos estados internos.

3.5 — Exemplo de decomposição

Vamos agora dar um exemplo de decomposição de uma máquina sequêncial em outras duas máquinas operando em paralelo, começando por apresentar a noção intuitiva de subcomputação.

Imaginemos um homem que vai adicionando séries de inteiros, e um segundo homem que apenas diz se o resultado de cada adição é par ou ímpar. Dado que o resultado do segundo homem é evidente em face do resultado obtido pelo primeiro, dizemos que aquele executa uma subcomputação da computação executada por este. Da mesma forma, podemos pensar numa

máquina pequena fazendo uma subcomputação de uma máquina maior, se o resultado da máquina pequena pode ser deduzido a partir do resultado da máquina maior. A máquina pequena fornece-nos informação parcial àcerca da máquina maior.

Consideremos uma máquina M, e seja M' uma imagem homomórfica de M.

Vimos já como podíamos imitar o comportamento de M' utilizando M. Notemos porém que podemos utilizar M' para nos fornecer alguma informação sobre o estado interno e a saída de M num dado instante. Consideremos as máquinas J e J' que apresentámos na figura 3.9, e as funções h_1, h_2, h_3, que escrevemos novamente:

$$\begin{array}{lll} h_1 : 1 \longrightarrow p & h_2 : a \longrightarrow 0 & h_3 : 0 \longrightarrow Z_0 \\ \quad 2 \longrightarrow p & \quad b \longrightarrow 0 & \quad 1 \longrightarrow Z_1 \\ \quad 3 \longrightarrow q & \quad c \longrightarrow 1 & \quad 2 \longrightarrow Z_0 \\ \quad 4 \longrightarrow r & & \\ \quad 5 \longrightarrow s & & \\ \quad 6 \longrightarrow s & & \end{array}$$

Coloquemos J e J' a trabalhar lado a lado, J inicialmente no estado 1, por exemplo, e J' no estado $p = h_1$ (1). Fazendo corresponder a cada entrada $u \in I$ de J a entrada h_2 (u) $\in I'$ de J', temos que, num instante qualquer, se J' se encontrar no estado s e se a sua saída for Z_0, o estado de J pode ser 5 ou 6 e a sua saída respectivamente 2 ou 0.

Consideremos agora as máquinas N_1 e N_2 da figura 3.18.

N_1 e N_2 são duas máquinas de estado (definição 1.3), imagens homomórficas da máquina N, apresentada na figura 3.17.

Para N_1 temos

	0	1
A	B	A
B	A	B

Máquina N_1

	0	1
I	III	III
II	I	III
III	II	II

Máquina N_2

Fig. 3.18

$$\begin{array}{ll} h_1' : 1 \longrightarrow A & h_2' \text{ — função identidade.} \\ \quad 2 \longrightarrow A & \\ \quad 3 \longrightarrow A & \\ \quad 4 \longrightarrow B & \\ \quad 5 \longrightarrow B & \\ \quad 6 \longrightarrow B & \end{array}$$

Para N_2

$$\begin{array}{ll} h_1'' : 1 \longrightarrow I & h_2' \text{ — função identidade.} \\ \quad 2 \longrightarrow II & \\ \quad 3 \longrightarrow III & \\ \quad 4 \longrightarrow III & \\ \quad 5 \longrightarrow II & \\ \quad 6 \longrightarrow I & \end{array}$$

Sabemos que N_1 e N_2 nos fornecem uma certa informação àcerca do estado em que se encontra N. Assim, se o estado actual de N_1 for A e se o de N_2 for III, N deve encontrar-se em qualquer estado do conjunto

$$\{1, 2, 3\} \cap \{3, 4\} = \{3\}.$$

Como $\{3\}$ só tem um elemento, vemos que A e III determinam precisamente o estado de N, que é o estado de 3. Isto passa-se para qualquer outro par de estados, um de N_1 e outro de N_2, conforme se indica a seguir:

$$\begin{array}{ll} 1 \longrightarrow (A, I) & 4 \longrightarrow (B, III) \\ 2 \longrightarrow (A, II) & 5 \longrightarrow (B, II) \\ 3 \longrightarrow (A, III) & 6 \longrightarrow (B, I) \end{array}$$

Podemos utilizar assim N_1 e N_2 para imitar o comportamento de estado de N. Além disso, escolhendo devidamente saídas para N_1 e N_2' obtemos uma decomposição em paralelo de N. Como a saída de N só é igual a 1 quando o seu estado é 4, escolhemos as saídas para N_1 e N_2 de forma que

$$\lambda (s) = \lambda_1 (s_1) . \lambda_2 (s_2).$$

	λ_1
A	0
B	1

	λ_2
I	0
II	0
III	1

Fig. 3.19 — Saídas para N_1 e N_2

Assim $\lambda\ (4) = \lambda_1\ (B)\ .\ \lambda_2\ (III) = 1.1 = 1$. Na figura 3.20 mostra-se esquemàticamente esta decomposição em paralelo de N.

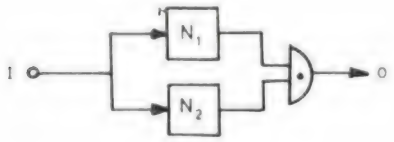


Fig. 3.20

Se associarmos à máquina N_1 uma variável de estado y_1 e à máquina N_2 as variáveis de estado y_2, y_2, com as modificações seguintes

y_1	y_2	y_3
A → 1	I → 1	0
B → 0	II → 0	1
	III → 0	0

obtemos a 2.ª codificação apresentada na fig. 3.17.

Este exemplo mostra a importância do conceito de homomorfismo na decomposição de qualquer máquina.

4 — BIBLIOGRAFIA

1) HARTMANIS; STEARNS — Algebraic Structure Theory of Sequential Machines.
Prentice — Hall — 1966 — 200 págs. 544$50

2) MINSKI, Marvin L. — Computation — Finite and Infinite Machines.
Prentice — Hall — 1967 — 317 págs. 544$50

3) BIRKOFF; MAC LANE — Algebra 1967 — 600 páginas 504$50 Mac Millan.

4) ARBIB — Algebraic Theory of Machines, Languages and Semigroups — Academic Press 1968.
359 págs. 576$00.

Este quarto livro requer já bastantes conhecimentos.

Resumo dos artigos publicados na Técnica n.º 398

Ano XLV — Maio 1970

Artur Ravara

C. D. U. 624.97 : 624.042.8
624.027.1 : 624.042.8
624.042.8

Estabilidade aerodinâmica de chaminés, torres e antenas

Técnica No. 398 — XLV — 5. 1970, pág. 383-395.

Este artigo constitui, com ligeiras modificações, o capítulo 4 do Curso de Dinâmica de Estruturas, recentemente editado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Referem-se as principais características dinâmicas das estruturas de chaminés, torres e mastros espiados e quantificam-se as solicitações devidas à acção do vento entre elas.
Analisam-se os diversos tipos de comportamento em regime estático e em regime dinâmico, utilizando uma formulação matricial corrente. Descrevem-se os principais aspectos a ter em conta no dimensionamento de espias. Indicam-se finalmente processos para atenuar ou eliminar a formação de turbilhões de Karman.

Laginha Serapim
Caldeira Rodrigues
Portela dos Santos
Mário Milho

C. D. U. 627.825 : 627.824

O método de ajustamento completo para o cálculo de barragens abóbada

Técnica No. 398 — XLV — 5. 1970, pág. 397-411.

No método de ajustamento completo considera-se a barragem dividida em dois sistemas de elementos — arcos e consolas — que são formados por aduelas. Nas aduelas de cruzamento de arcos e consolas são consideradas todas as forças, internas e externas, e estabelece-se o conjunto completo das equações de equilíbrio. São consideradas, também, as três componentes do deslocamento linear e as seis rotações sofridas pelas normais às faces de cada aduela. Mostra-se que, por razões de continuidade e equilíbrio das tensões de corte, as torções segundo os eixos horizontal e vertical não são independentes e que os deslocamentos horizontais tangenciais e os verticais devem ser considerados simultâneamente.
Os resultados obtidos pela aplicação do método a duas barragens tipo, foram comparados com os obtidos por métodos britânicos recentemente desenvolvidos.
Apresenta-se também comparações com resultados de ensaios em modelo. A concordância é excelente.

Marçal Grilo
Duarte Silva

C. D. U. 621.25.539.172

Deformação plástica de um disco de espessura uniforme em movimento de rotação

Técnica No. 398 — XLV — 5. 1970, pág. 413-416.

Estuda-se, no trabalho que se apresenta, a revelação entre as velocidades de rotação necessárias para estabelecer as condições de deformação plástica em pontos determinados de um disco sujeito a movimento de rotação.
É utilizado como critério de plasticidade, o critério de Coulomb.

Duarte-Ramos

C. D. U. 621.311.1

Método de cálculo de redes eléctricas por redução de valores a uma base arbitrária

Técnica No. 398 — XLV — 5. 1970, pág. 417-426.

A partir da definição do método de redução a uma dada base determinam-se várias relações importantes no cálculo numérico de redes eléctricas.

Synopsis of articles published in «Técnica» nº 398

XLV — May 1970

Marçal Grilo
Roberto Silva

U. D. C. 621.25.539.172

Plastic deformation of a rotaring disc of uniform thickness

Técnica No. 398 — XLV — 5. 970, pag. 413-416.

In this work it is intended to establish for a thin disc of uniform thickness, the ratio between the velocities for which yielding occurs at the center and at any other radius of the disc.
Use is made of the Tresca yield criterium.

Artur Ravara

C. D. U. 624.97 : 624.042.8
624.027.1 : 624.042.8
624.042.8

Wind design of stocks, towers and gruyede mats

Técnica No. 398 — XLV — 5. 970, pag. 383-395.

The present article is based on the 4th chapter of a post-graduate course on Structural Dynamics recently lectured by the author and edited by the Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
The main dynamic characteristics of stacks, towers and guyed masts are indicated. The static and dynamic loads due to wind action are quantified. The structural behaviour under those actions is analysed by means of usual matrix formulation. Typical problems arisen by guy cables are briefly dealt with. Finally pratical methods to avoid or to attenuate Karmam vortexes are indicated.

Duarte Ramos

U. D. C. 621.311.1

The per unit method electrical networks calculution

Técnica No. 398 — XLV — 5. 970, pag. 417-426.

The conception of the method is defined and the main expressions on the calculation of electrical systems are derived.

Laginha Serafim
Caldeira Rodrigues
Portela dos Santos
Mário Milho

U. D. C. 627.825:627.824

Complet adjustment method for analysing arch dams

Tecnica No. 398 — XLV — 5. 970, pag. 397-411.

The method considers the arch dam divided in two systems of elements — arches and cantilevers — which are formed by voussoirs. In the voussoirs of crossing of arches and cantilevers all the internal forces and external loads are considered and the complete set of equations of equilibrium is established. The three components of linear displacements and the six rotations of the normals to the faces are considered. For reasons of continuity and of equilibrium of shear stresses it is shown that the torsions of horizontal and vertical axes are not independent and that the vertical and tangential displacements must be taken simultaneously.
The results obtained by the application of the method to two test dams are compared with those of recently developed British methods Also comparison with results of model tests are presented. The agreement obtained is excellent.

BIBLIOGRAFIA

Classificadores responsáveis: Geraldo Fernandes, Jose Oliveira Paulo, Pedro Martins e Raul Pereira da Costa.

Serão criticadas as obras cujo assunto esteja no âmbito da «Técnica» e de que nos sejam enviados dois exemplares.

As revistas recebidas na Redacção, de que se publica uma selecção de fichas de artigos ordenadas pela Classificação Decimal Universal, podem ser consultadas na Biblioteca da A.E.I.S.T.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 685/388(673)

Transportes em Angola — Problemas e coordenação — — *Campos, A. G.*

Fomento (Lisboa) 8 (1): 51-66, 1970.

Apresentam-se as características genéricas dos transportes em Angola e a situação geral em que se encontram devido ao processo de concorrência indisciplinada que se vem operando. Mostra-se a necessidade de uma coordenação de transportes e os ojectivos da mesma. Define-se a noção de custo económico-social e o método de proceder ao seu cálculo expedito. Estuda-se a situação específica dos transportes no território, construindo-se os modelos dos seus custos totais e dos seus custos para o utente, extraindo-se da sua comparação algumas conclusões genéricas quanto ao grau de distorção verificado na competência de cada um dos meios de transporte e na distribuição do tráfego entre eles.

C. D. U. 532.592

La propagation de fronts d'onde dans des canaux de grands largeur et de section arbitraire — *Crapper, G. D.*

Houille Blanche (Grenoble), 2-969, 24 (2): 123-126.

O presente relatório trata da aplicação dos resultados de um estudo recente sobre a teoria das equações de derivadas parciais na hidráulica dos canais. Apresentam-se as formas gerais de equações considerando canais de qualquer configuração e, embora não se apresente a derivação destas equações (devido à sua enorme complexidade), são duma aplicação relativamente simples. Neste caso aplicam-se num canal de secção triangular e mostram que a perturbação se desloca primeiramente para os lados do canal.

C. D. U. 532.593.8

Stabilité des carapaces en tétrapodes de briselames à talus — *Gamot, J. P.*

Houille Blanche (Grenoble), 2-969, 24 (2): 173-176.

Entre os parâmetros que intervêm nas fórmulas que permitem calcular na fase de ante-projecto, o peso dos blocos do revestimento de um quebra-mar de talude, o coeficiente KD depende da natureza e da forma do bloco. Pode ser determinado por meio de ensaios sobre modelos reduzidos, mas é essencial ter em conta observações feitas «in situ» sobre obras existentes. Uma análise detalhada do valor deste coeficiente KD fez-se para blocos de tipo «tétrapodes». Ensaios sistemáticos, efectuados com diversas incidências de onda, permitiram definir, para os tétrapodes, a variação deste coeficiente em função da obliquidade das vagas que investem sobre um quebra-mar.

C. D. U. 551.462

Le mecanisme de la formation du modelé des fonds marins — *Senturk, F.*

Houille Blanche (Grenoble), 2-969, 24 (2): 163-172.

Podem classificar-se os relevos do fundo do mar em quatro categorias. O autor define estas categorias partindo de um novo ponto de vista e apresenta um estudo das características das ondulações sobre os marinhos. Examina as resistências que correspondem a cada relevo e procura avaliá-las matemàticamente. Finalmente estuda a cinemática destes relevos.

C. D. U. 552.543

Estudo duma couraça ferruginosa do sopé do Monte-Bonga (Quilengues) — *Teixeira, J. A. P. G.*

Fomento (Lisboa) 8 (1): 37-50, 1970.

Apresenta-se o estudo da constituição mineralógica das três unidades em que se dissociou mecânicamente, uma couraça ferruginosa:

a) pisólitos;
b) paredes dos canalículos;
c) material aglutinante.

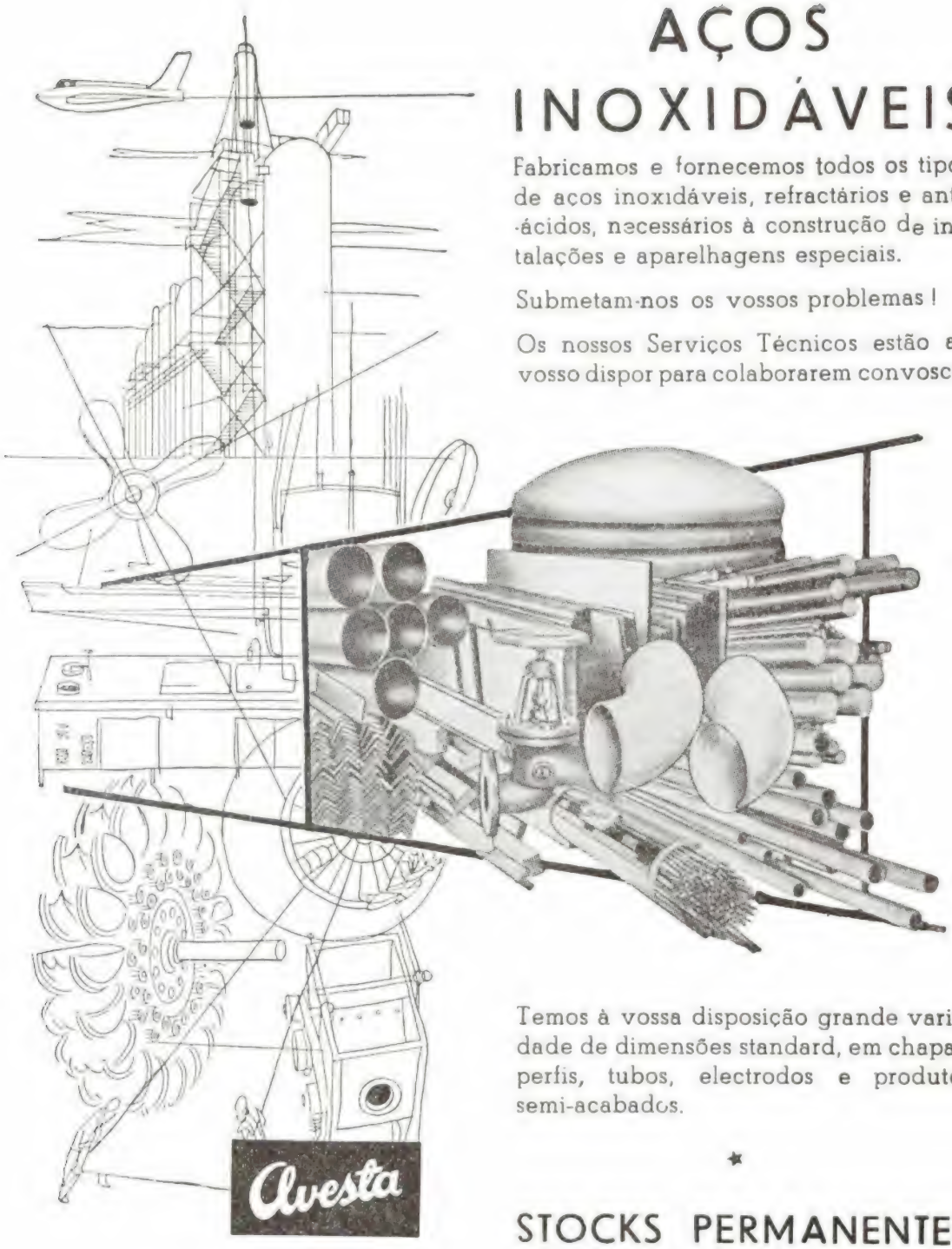
Estuda-se ainda a mineralogia da fracção argilosa da mesma couraça. Utilisaram-se as técnicas seguintes: difracção pelos Raios X, A. T. D., análise química e microscopia. Os resultados mostraram que os minerais argilosos são do tipo caulinite e ilite (vestígios), aos quais se associam goetite, hematite (vestígios), gibsite, microlina e quartzo. Discute-se a génese dos minerais argilosos, dos óxidos de alumínio (gibsite) e dos óxidos de ferro. Discute-se ainda o mecanismo de encouraçamento.

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco



Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

★

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

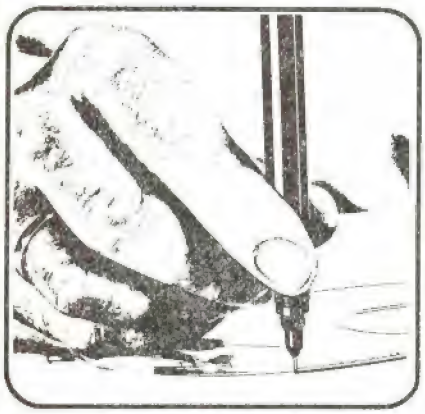
Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

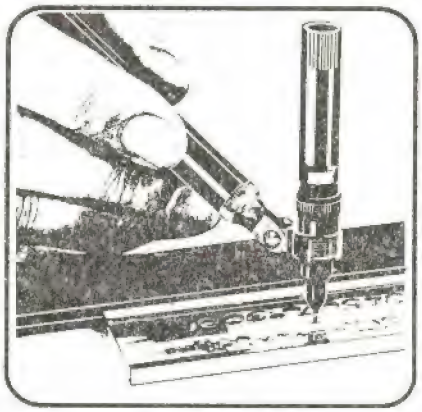
SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 537015-537016-537017-537018

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 54666

Fará tudo isto com a nova micronorm da rotring



Traçará conforme as normas



Legendará conforme as normas

Desenhos feitos em vários formatos diferentes poderão ter, depois de ampliados a partir de microfilmagens, a mesma escala e espessuras de traço rigorosamente idênticas. Porquê? Porque as larguras de traço micronorm têm entre elas a relação 1: √2 aquela que há entre os vários formatos de papel normalizado para desenho.

Corresponderá a todas as exigências da microfilmagem

Doravante poderá utilizar um só sistema rotring para traçar e legendar: o micronorm. Corresponde às novas normas alemãs DIN 15, 16 e 17, alínea preferencial 1, e conjuntamente com os escantilhões micronorm representa uma orientação para o futuro, por tomar em consideração a microfilmagem de desenhos.

Além disso, micronorm dá-lhe todas as garantias, como qualquer outro produto rotring: conformidade absoluta com as normas, nitidez rigorosa das linhas, ponteiras de duração longa, tubo de escrita rebaixado evitando que a tinta alastre por baixo das réguas, ponteiras permutáveis, sempre prontas para usar (vedação hermética das tampas).

rotring facilita o desenho

À venda nas casas da especialidade

R-11

FUNDAMENTOS DE RADIOCOMUNICAÇÕES

pelo Prof. Abreu Faro

Preço 30$00

GUIA DE ANÁLISE QUIMICA DAS ÁGUAS

Pelo Prof. Herculano de Carvalho

Preço 90$00

CALCULO DE PORTICOS

por G. Kani

Preço 50$00

DICIONÁRIO DE UNIDADES E TABELAS DE CONVERSÃO

pelo Eng.º Vasco Costa e Osvaldo Francês

Preço 35$00

Pedidos à "Técnica"

Desconto: 10 % aos assinantes

C. D. U. 556.512.23 (679)

Início do Ano Hidrológico em Moçambique — *Fonseca, C. E. A.*

Fomento (Lisboa) 8 (1): 115-120, 1970.

Determinam-se os coeficientes de correlação entre os valores anuais da precipitação e escoamento para um certo número de bacias hidrográficas típicas, e para o seu conjunto, para anos hidrológicos sucessivos começando em 1 de Outubro e 1 de Novembro. Para todos os casos analisados, os coeficiente de correlação relativos ao ano hidrológico com início na primeira das datas tem valores mais elevados que os correspondentes a 1 de Novembro. Também a análise dos valores da precipitação nos meses de Setembro, Outubro e Novembro de duas dezenas de estações udométricas, levam a concluir que os valores em Setembro são baixos, não contribuindo para o escoamento. Conclui-se que o ano hidrológico em Moçambique deverá iniciar-se em 1 de Outubro, com a vantagem dessa data coincidir com o início do ano hidrológico na totalidade dos países africanos ao Sul do Equador, facilitando não só a troca de informações de carácter hidrológico, como também a determinação do balanço hídrico à escala deste subcontinente.

C. D. U. 621.744.48

A propósito das máquinas de moldar por projecção de areia — *C. T. I. F.*

Fundição — Revista APF, n.º 41, 1970, pág. 25.

Apresentam-se ideias relativas à aplicação de máquinas de moldar por projecção de areia (sandslingers) na técnica fundidora actual, citando-se critérios de escolha dos seus tipos mais convenientes.

C. D. U. 621·31

Potência de corto-circuito — *José Luis Villen.*

Dyna, 2-670, vol. 45, n.º 2, pág. 49-63.

Com o objectivo de facilitar a leitura, parte-se dos conceitos primários. Pelo mesmo motivo e como simples recapitulação, trata-se levemente da transformação de redes.

C. D. U. 621.311 (673)

A dinâmica dos valores absolutos na produção de energia eléctrica em Angola — *H. Duarte Ramos.*

Electricidade, 3-4-70, n.º 64, pág. 87-93.

Faz-se uma análise comparativa dos processos de solução do consumo de energia eléctrica em Angola e na metropole e com base numa lei empírica de crescimento, discutem-se várias hipóteses de previsão para os próximos trinta anos.

C. D. U. 621.317.34

All solid-state swceper covers F. and v. h. f. boinds — *C. Yartier, C. Eng.*

Marconi Instrumentation, 4-69, vol. 12, n.º 4 pág. 62-68.

O rápido crescimento da tecnologia de geradores de ondas necessita de instrumentos que tenham maior versatibilidade que anteriormente. O novo gerador de ondas tipo TF 2361 com osciladores que cobrem as bandas h. f. e o v. h. f. surge-nos acompanhado de diversos instrumentos de medida como é o Osciloscópio T F 2210, e os detectores T M 9702 e T M 9701.

C. D. U. 621.357.7

Reprodução de objectos por electrólise — *M. Joselino Vieira da Costa.*

Engenharia, 1-2-970, n.º 47, pág. 33-36

É possível, realizando uma pilha de polarização, por um processo engenhoso, obter uma reprodução sem lançar mão, como no processo de electrolise vulgar, de uma fonte de corrente contínua exterior.

C. D· U. 621.357.8

Anodização em espessura ou dura do aluminio — *M. Jozelino da Costa e Maria Eduarda da Costa.*

Engenharia, 1-2-70, n.º 47, pág. 37-41.

Breve referência dos processos experimentais normalmente usados na técnica de anodização em espessura e, comparação das espessuras da camada de óxido e das tensões de rotura das mesmas películas anódicas, obtidas experimentalmente numa anodização normal e numa anodização dura, utilizando alumínio do mesmo tipo.

C. D. U. 621.314.21.042.52.016.2
621.318.43.016.2

«Répartition asymétrique de la puissance dans les gros transformateurs à vide et dans les bobines d'induc tance» — *W. Elmar.*

Revue Brown Boveri, 7-69, vol. 56 n.º 7 pág. 314-322

O estudo teórico, descrito neste artigo, indica as condições e as fases nas quais se pode esperar a repartição assimétrica do poder nos grandes transformadores em vazio e nas bobinas de indutância.

C. D. U. 621.391.823:621.395

Une méthode de calcul aproché du facteur harmonique téléphonique des alternateurs à rotor lisse — *R. Konrad.*

Revue Brown Boveri, 7-69, vol. 56, n.º 7, pág. 300-305.

O método descrito pelo autor toma em consideração a repartição dos ampéres-ciclos do rotor, a variação da estabilidade do entreferro em função dos graus dos harmónicos, a influência da antena e da disposição de enrolumento do estator, mas esquece os efeitos da saturação e das correntes de Fancault.

C. D. U. 624.041.2:624.074

Calcul des «Diagramms d'influence» pour les cadres spatiaux orthogonaux en beton précontraint — *Anastaseco, D.; Munteanu, I.*

Annls. Inst. Tech. Batim, 9-66, 22 (261): 1391-1400.

Este estudo é uma ampliação, por generalização, do processo dos «diagramas de influência» nos «quadros aspaciais» ortogonais, para determinar os esforços suplementares como efeito produzido pelas forças de

ENGIL

uma empresa que se afirma na qualidade do que realiza

CONSTRUÇÃO CIVIL E INDUSTRIAL PONTES SILOS

Representante para o Continente e Ultramar
do sistema de cofragem deslizante «Siemcrete IN» (Patente Siemens)

COOPERATIVA HORTÍCOLA DO DIVOR

Fábricas de concentrado de tomate e descasque de arroz.
Batarias de Silos executados com cofragem deslizante SIEMCRETE «IN»

sociedade de construção civil sarl

AVENIDA ELIAS GARCIA, 162, 6.º • LISBOA 1

pré-esforço Os «diagramas de influência» têm o caracter das linhas de influência, para um par de binários móveis unitários, tendo sentido contrário. Este processo elimina a repetiçao do cálculo estático da estrutura, repetição exigida pela necessidade de correcções sucessivas da posição dos cabos, até á obtenção da posição óptima; reduz-se, assim, consideràvelmente, o volume dos cálculos. Resulta também a correlação entre as linhas de influência para a força e binário móvel unitários respectivamente dos diagramas de influência. No presente estudo, demonstram-se as vantagens da aplicação do método dos trabalhos virtuais na alternativa dos deslocamentos virtuais por comparação com a alternativa das forças virtuais e as vantagens do método dos deslocamentos com a solução iterativa do sistema de equações pelo processo dos «nós fectícios», trabalhando com os valores integrais das incógnitas Completam o estudo um exemplo prático e as conclusões a que se chegou.

C. D. U. 624 07.518.5

Méthode pratique de calcul automatique des structures — *Maury, F.*

Annls. Inst. Tech. Batim, 7/8 1969, 22 (259-260): 1195-1228.

O sbjectivo do artigo é apresentar, de uma forma completa, um método de cálculo automático das estruturas. Esta análise esta, efectivamente, na base de programas de cálculo existentes. Os autores limitam-se a recordar o método da matriz de rigidez, único empregado na prática, mas examinam todas as dificuldades que se apresentam para aplicar concretamente este método (conexões de apoios elásticos ou não, desconexões internas, deslocamentos impostos, barras de inércia infinita, variações lineares, etc.). A terminar, dão dois exemplos detalhados onde o cáiculo está completamente explícito e a lista de um programa de formato livre que permite simplificar ao extremo o laborioso problema da introdução dos dados.

C. D. U. 624.072.33

Aplicação do método de Kani ao estudo de variações uniformes de temperatura e assentamento de apoios — *Aristides Guedes Coelho.*

Engenharia, 1-2-970, n.º 47, págs. 3-14.

O método de iteração de Kani é aplicável a estruturas reticuladas contínuas de barras ortogonais, de secção constante ou variável, definindo malhas completas. Nas obras que conhecemos só vimos tratadas as solicitações por forças verticais ou horizontais.

No presente artigo mostra-se como podem tomar-se em consideração, nestas estruturas, os efeitos de variações uniformes de temperatura e de assentamentos de apoios.

C. D. U. 624.131.25:627.82

Le role des essais de mécanique des roches dans l'étude des appuis de barrages — *Londe, P.; J. Bernaix.*

Annls, Inst. Tech. Batim. 22 Jun. 1969, (258): 871-899.

As propriedades mecânicas dos maciços rochosos estão estreitamente ligadas ao seu carácter descontínuo, o que torna difícil qualquer tratamento matemático do seu comportamento. O seu estudo baseia-se ainda, essencialmente, na geologia; a mecânica das rochas, com o seu arsenal de ensaios cada vez mais elaborados, não pode ainda senão contribuir para transformar a apreciação qualitativa do geólogo numa apreciação mais quantitativa utilizável pelo projector. Embora a geologia seja primodial, deve, todavia, ser adaptada aos problemas de reconhecimento local de apoios rochosos e utilizar certos métodos particulares de análise e de representação das descontinuides Os estudos sobre modelos e cálculos teóricos, simples na estabilidade de um apoio, orientam os reconhecimentos e definem a natureza dos ensaios a realizar. Descrevem se e analisam-se seguidamente e tecnologia e o alcance da maior parte dos ensaios de mecânica das rochas laboratoriais e «in situ». Em resumo, o cóntrole da estabilidade dos apoios depois da construção de uma obra é essencial para garantir a segurança. Utilizam-se, actualmente, aparelhos cada vez mais aperfeiçoados-pêndulos-clinómetros-fios de sondagem-captadores de deformações-piezómetros. Analisam-se e criticam-se os seus princípios e as suas funções.

C. D. U. 624 131.439.82

A Influência da Percentagem de Argila na Plasticidade dos Solos — *Ferreira H. N.*

Fomento (Lisboa) 8 (1): 17-36, 1970.

Estuda-se a evolução dos limites de Atterberg e das variações volumétricas com a percentagem de argila (C) para um tipo de solos negros de algodão. Adoptou-se o método de separação das fracções argilosa e não-argilosa para obtenção de misturas com percentagens de argila desejadas, método que poderá ter interesse no estudo da acção da argila no comportamento dos solos naturais. Verificou-se a existência de correlações de diversas propriedades com C. Para algumas propriedades apareceram duas zonas de comportamento diferente para valores de C maiores ou menores que um certo valor C_1. O valor de C_1 é diferente para a plasticidade e a variação volumétrica.

C. D. U. 624.131.531.1

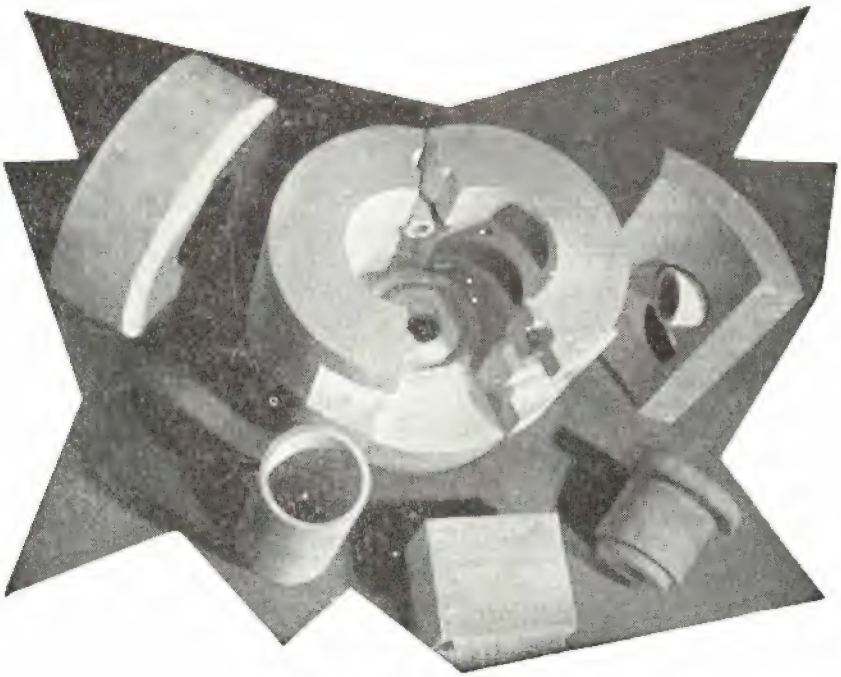
Impulso sísmico em muros de suporte — *Aristides Guedes Coelho.*

Engenharia 1-2-70, n.º 47, págs. 15-22.

Apresenta-se a generalização da construção de Culmann ao cálculo do impulso sísmico das terras em muros de suporte, aplicando à cunha de escorregamento uma força horizontal de origem sísmica, e refere-se a determinação do respectivo ponto de aplicação.

a técnica moderna emprega

BETÕES REFRACTÁRIOS



à base dos cimentos

FONDU LAFARGE

e

SECAR 250

porque são

práticos
eficientes
económicos

REFRACTÁRIOS ATE 1800° C

REFRACTÁRIOS ISOLANTES ATÉ 1700° C

Os nossos serviços técnicos, especializados, estão à vossa inteira disposição para estudar, sem qualquer encargo da vossa parte, a adaptação dos BETÕES REFRACTÁRIOS a todos os vossos problemas

AGUIAR & MELLO, L.DA

P. do Município, 13-1.º — LISBOA — Tel. 32 11 51/2

C. D. U. 627.8.09 (44)

Les ouvrages partiteurs de la mayenne Durance — *Levin, L.; Longuemare, R.*

Grenoble, 24 Jan. 1969, (1): 55-64.

O aproveitamento das quedas de Manosque, Sainte-Tulle II e Beaumont do médio Durance, entre Oraison e Cadarache, carece da criação de duas instalações repartidoras cuja função principal é repartir os caudais entre o novo e o antigo conjunto de centrais de Brillianne, Large e Sainte-Tulle I. Estas instalações devem, por outro lado, limitar o caudal admitido no antigo canal quaisquer que sejam as sobreelevações possíveis a montante (caso de intumescências produzidas pela disjunção de uma fábrica, por exemplo). O estudo destas duas obras, efectuado em comum pelo laboratório da E.D.F. Alpes Sul e o da Societé B.V.S. conduziu ao aperfeiçoamento de duas instalações originais dando assim uma solução elegante e económica aos problemas postos. Apresentam-se e discutem-se os diferentes resultados respeitantes aos esforços hidromecânicos, às vibrações das pressões e à calibragem das comportas.

C. D. U. 624.131.55

I. Étude de Problèmes Particuliers

1.° Dynamiques des structures

2.° Fondations rectangulaires rigides sur sol élastique

3.° Milieux purement cohérents:

E. Absi.

Annales de L'Institut Tecnique, 1-70, n.° 265 págs. 174-187.

Neste estudo somos conduzidos a examinar diversos pontos particulares ou a dar uma contribuição à resolução de certos problemas. Estes estudos vão-se publicando à medida que vão ganhando forma corrente, sem esperar que se dê fim à fase completa de investigação.

C. D. U. 628.163

Etude et evolution des techniques de dessalement. Raport de l'UKAEA — *Kronberger, H.*

Houille Blanche (Grenoble) 24 Jan. 1969, (1): 31-34.

Há já vários anos que se compreendeu que a aplicação ideal do reactor nuclear consistia em o empregar como fonte de calor nas instalações mistas produtoras de electricidade e de água doce. Esta avançada concepção permitiu à Direcção da Energia Atómica do Reino Unido (L'UKAEA) estabelecer um dossier muito completo das questões relacionadas com o estudo e com a aplicação das técnicas de dessalinização: A política actual da UKAEA consiste em aliar à experiência prática acumulada no decurso de muitos anos pela indústria britânica no que respeita ao estudo, à construção e utilização das instalações de dessalinização, a a competência dos especialistas e as possibilidades materiais de que dispõe no seio da sua própria organização. O programa de estudo e de desenvolvimento das técnicas de dessalinização aplicado na Grã-Bretanha comporta três objectivos principais: exploração do potencial de desenvolvimento do processo de separação «flash» (domínio onde a Grã-Bretanha indica o caminho), emprego combinado no plano técnico e económico do processo de separação «flash» e de energia nuclear para produção mista de água doce e de electricidade e estudo de outros métodos de dessalinização.

C. D. U. 628.492 : 621.182
628.492 : 621.311

Elimination rationelle des ordures par incinération avec production de vapeur et d'énergie électrique — *Seiler Ernst.*

Revue Brown Boveri, 7-69, vol. 56, n.° 7, pág. 292-348.

No presente artigo, a questão de incineração de impurezas com produção simultânea de vapor e de energia eléctrica é tratada e explicada.

A exposição dada destina-se em primeiro lugar a informar as empresas públicas da existência de projectos partindo de dados práticos explicando claramente as vantagens do método de eliminação das impurezas.

C. D. U. 669.053.4 : 622.341.11

Mecanismo de la desfosforación hidrometalúrgica de concentrado de magnetita del NO de España — *Louis Morlen, J. L. Limpo e A. de Quadra.*

Revista de Metalurgia, 9-10-970, vol. 5, n.° 5 pág. 533-565.

Estuda-se neste trabalho o mecanismo de ataque do ácido de fosforo existente num concentrado de magnetite de NO de Espanha. De acordo com os resultados experimentais obtidos demonstra-se que a dissolução do fosforo vem controlada por um processo difuso e que a sua velocidade é função, entre outros, do PH da solução. Estuda-se a influência da temperatura sobre a velocidade de ataque e sobre o consumo de ácido. Descutem-se finalmente as condições tecnólogicas segundo as quais tem que realizar-se o processo para conseguir o mínimo consumo de ácido.

C. D. U. 669.11

Introdução à metalurgia do ferro maleável — *Jorge Vasconcelos.*

Engenharia, 1-2-97, n. 47, pág. 23 31.

O texto é uma transcrição da conferência apresentada à Faculdade de Engenharia do Porto àcerca do título em epigrafe. O autor, baseando-se no estudo do deagrama de equilíbrio das ligas Fe-C e nos princípios fundamentais da metalurgia, faz uma introdução à tecnologia do ferro maleável.

C. D. U. 669.15.018.32

Aceros inoxidables de fácil maquinabilidad — *A. M. Aksoy, H. Alonso Uria, J. M. Palacios.*

Revista de Metalurgia, 11-12-69, n.° 6, pág. 639-648.

Estuda-se, em primeiro lugar, a influência das adições de elementos tais, como o selénio, em cobre e chumbo sobre a maquinabilidade dos aços, concluindo-se ser a adição de enxôfre a forma mais eficaz para obter aços inoxidáveis de fácil maquinabilidade. Este elemento exerce a sua influência mediante formação de sulfuretos que como se demonstra pelas investigações, e mais importante que a sua forma, tamanho e distribuição e sua composição, da qual depende o conteúdo de Mn e da solução Mn/S.

Precisão e Robustez
Com o nível automático
de VEB CARL ZEISS DE JENA
N I 007

Micrometro de faces paralelas incorporado

Imagem direita

Linha visual elevada

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:

CENTRO TÉCNICO HOSPITALAR, S.A.R.L.

DIVISÃO ZEISS TELEF. 77 81 66/7

AV. DA REPÚBLICA, 84 LISBOA 1

TABELAS TECNICAS PARA ENGENHARIA CIVIL

6ª edição revista e actualizada

por J.S. Brazão Farinha

Preço 200$00

MANUAL DE HIDRAULICA

por Armando C. Lencastre

2ª edição revista e actualizada

Preço 240$00

PEDIDOS A "TECNICA"

Desconto de 10% aos nossos assinantes

LISTA CLASSIFICADA DE ANÚNCIOS

Neste número continua a «Técnica» a sua secção de publicidade — a *lista classificada de anúncios* — destinada a facilitar a procura por parte dos clientes.

Estas páginas amarelas ficam abertas aos nossos leitores, que nelas podem anunciar a sua firma e endereço, ao preço de 50$00 por número. Quanto aos nossos anunciantes, é com muito gosto que lhes concedemos grátis a inscrição na lista.

CONSTRUÇÃO CIVIL

CONSTRUTORES CIVIS

— **ENGIL**
Av. Elias Garcia, 162-6.° Tel. 76 51 10/17

— **Construções Técnicas, Lda.**
P. do Município, 13-3.° — Tel. 36 65 06

— **Fundações Franki, Ltd.**
R. Braamcamp, 13-3.° — Lisboa — Tel. 53 41 12.

— **Soc. Const. Amadeu Gaudencio, Ld.ª**
R. Dr. Alexandre Braga, 4-A — Lisboa
Telef. 4 31 91 — 92 — 93.

— **Soc. de Pré-Fabricação e Obras Gerais Novobra**
Av. Estados Unidos da América, 100-5.° D
— Telef. 77 48 32 / 76 64 46 — Lisboa 5

ESCAVADORAS E TRACTORES

— **Guedes & Almeida**
Rua Aurea, 181-2.°— Tel. 32 78 45 — Lisboa 2

FUNDAÇÕES

— **ENGIL**
Av. Elias Garcia, 162-6.° Tel. 76 51 10/17

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.° — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Av. da República, 42-8.°
— Telef. 77 70 86/7 e 77 12 65 — Lisboa

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcantara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 32 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki, Lda.**
R. Braamcamp, 13-3.° — Lisboa — Tel. 53 41 12.

— **Johann Keller**
Av. Costa Pinto, 8-1.° Esq. - Cascais - Tel. 28 44 21

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 56 11 71/72/73.

— **Sondagens Ródio**
Rua de S. Bento, 644-3.° — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146, 2.° — Lisboa.
Tel. 3 40 10 - 32 02 08

IMPERMEABILIZAÇÃO

— **Empresa de Produtos Asfálticos**
R. Filipe Folque, 10-1.° — Lisboa — Tel. 73 01 56.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Centro Técnico Hospitalar — Divisão Zeiss**
Av. da República, 84 — Tels. 77 81 66/7 — Lisboa

— **Wild Portugal, Ld.ª**
Praça das Águas Livres, 8, s/l 6 — Lisboa 2 — Tel. 68 91 12.

ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO

— **SETH, Ld.ª**
R. Filipe Folque, 10-1.° — Lisboa — Tel. 73 01 56

SONDAGENS

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.° — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Avenida da República, 42-8.°
Telef. 77 70 86/7 e 77 12 65 — Lisboa

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcântara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 13 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki, Lda.**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 53 41 12

— **Johann Keller**
Av. Costa Pinto, 8-1.º Esq. - Cascais - Tel. 28 44 21

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 56 11 71/72/73.

— **Sondagens Ródio, Ld.ª**
Rua de S. Bento, 664-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8.

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146-2.º — Lisboa.
Tel. 3 40 10 — 32 02 08

CONSTRUÇÕES METALO-MECANICAS

CONSTRUTORES METALO-MECANICOS

— **Atlas-Copco**
— Lisboa — Porto — Vila Viçosa

— **COMETNA** — R. Academia de Ciências, 15 — — Lisboa — Tel. 32 00 01

— **Construções Metalo-mecânicas MAGUE Ld.ª** — Alverca

— **Mendes de Almeida, Lda.**
Av. 24 de Julho, 52-A-G — Telef. 66 67 10 — Lisboa

— **Sociedade Industrial Metalúrgica**
R. de S. Tiago, 1

EQUIPAMENTO ELECTRICO

— **Construções Elétricas Schréder, Ltd.**
Pr. José Fontana, 25-3.º E. — Tel. 56 10 01/2/3 — Lx.

— **Electrotécnicos Reunidos**
Avenida João XXI, 64 — Lisboa.

— **J. F. de Azevedo e Silva & C.ª, Ld.ª**
Rua S. Francisco Sales, 2, 1.º — Tel. 65 41 65 — Lisboa.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Philips**
Rua Joaquim António de Aguiar, 66 — Lisboa
Telef. 68 31 21

— **Siemens — Companhia de Electricidade**
Avenida Almirante Reis, 65
Telef. 53 69 21/0 — Lisboa

— **Soc. de Elec. Brown Boveri**
R. Sá da Bandeira, 481-2.º — Tel. 2 34 11 — Porto

— **SEPSA - Sociedade Construções Electro-Mecânicas**
Leça do Balio

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto:
Tel. 2 76 76/9
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa — Tel. 53 11 81/7

DISTRIBUIÇAO DE ENERGIA

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto
Tel. 2 76 76/9
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa — Tel. 53 11 81/7

BATERIAS

— **Tudor**
Av. Fontes Pereira de Melo, 12 — Lisboa
Tel. 5 19 47

ELÉCTRODOS

— **Electro-Arco, Ld.ª**
R. Silva Carvalho, 220 — Lisboa — Tel. 68 36 46
R. do Bolhão, 216 — Porto - Tel. 2 12 77.

INSTALAÇÕES

— **Construções Eléctricas Schréder, Ltd.**
Pr. José Fontana, 25-3.º E. — Tel. 56 10 01/2/3 — Lx

— **Isolux, Lda.**
Largo do Campo Pequeno, 21, 4.º Esq
Telef. 77 00 30/8/9 — Lisboa
Rua Dr. Alfredo Magalhães, 110, 2.º D.
Telef. 2 07 23 — Porto

— **J. F. de Azevedo e Silva & C.ª, Ld.ª**
Rua S. Francisco Sales, 2, 1.º — Tel. 65 41 65 — Lisboa.

— **J. Roma**
Praça da Figueira, 86/51/2/3 — Lx.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Siemens — Companhia de Electricidade**
Avenida Almirante Reis, 65
Telef. 65 41 65 — Lisboa.

— **SEPSA - Sociedade Construções Electro-Mecânicas**
Leça do Balio

— **Standard Electrica**
Av. da Índia — Tel. 63 81 71 — Lx.

ISOLAMENTOS

— **Empresa Electro-Cerâmica, S.A.R.L.**
L. Barão de Quintela.

SOLDADURAS

— **Electro Arco**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa
R. do Bolhão, 216 — Porto

— **J. Roma**
Praça da Figueira, 86/51/2/3 — Lx.

TELECOMUNICAÇOES

— **Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos, S.A.R.L.**
R. Rodrigo da Fonseca, 110, r/c — Lisboa — Tel. 68 60 72.
R. Sá da Bandeira, 766-1.º E — Porto — Tel. 2 48 18

— **Standard Electrica**
Av. Índia — Tel. 63 81 71 — Lx.

— **Philips**
Rua Joaquim António de Aguiar, 66 — Lisboa
Tel. 68 31 21

EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

— **Atlas-Copco**
— Lisboa — Porto — Vila Viçosa

— **COMETNA**
R. Academia de Ciências, 5 — Tel. 32 00 11

— **Construções Metalo-Mecânicas Mague, Lda.**
Alverca do Ribatejo

— **DEMAG — Soc. Comercial Romar**
Trav. da Galé, 9 — Tel. 63 56 70 — Lisboa.
Santa Iria de Azoia

— **Guedes & Almeida, Lda,**
R. Aurea, 181-2.º — Tel. 32 78 45 — Lisboa

— **Kendal, Pinto Basto & C.ª L.da.**
— R. Nova Alfandega, 7-12 — Porto

— **Kristeller & Lichtenstein, Lda.**
R. dos Anjos, 69-3.º E. — Tel. 541 01 — Lisboa

— **Mendes de Almeida, Lda.**
Av. 24 de Julho, 52-A-G — Tel. 66 67 10 — Lisboa

CORRENTES

— **Auto-Lusitana**
Av. da Liberdade, 73-79 — Lisboa

— **Harker Sumner**
L. do Corpo Santo, 18
Tel. 32 48 23 — Lisboa.

— **S. K. F.**
Rua da Alegria, 66-A — Lisboa
Tel. 36 23 01

INDÚSTRIAS QUÍMICAS

— **Mobil Oil**
Rua Horta Seca, 15 — Lisboa
Tel. 3 01 81

— **SETAL — Soc. de Estudos e Tratamento de Águas**
Rua Joaquim António de Aguiar, 73-5.º — Lisboa
Tel. 68 11 83

FELTROS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais**
Estrada de S. João — Ovar

TEXTEIS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais, Ld.ª**
Estrada de S. João — Ovar.

TINTAS

— **Mendes de Almeida, Lda.**
Av. de 24 de Julho, 52-A-G
Telef. 66 67 16 — Lisboa

LIVROS TÉCNICOS

— **TÉCNICA**
Avenida Rovisco Pais — Lisboa
Tel. 77 54 49

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

AÇOS ESPECIAIS

— **A. Johnson & C.ª (Portugal), Ld.ª**
P. José Fontana, 11-1.º — Lisboa — Tel. 53 70 15/ /6/7/8.
R. Dr. António Granjo, 160/168-Porto-Tel. 5 46 69

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.º — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

BETÃO

— **Empresa Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa. — Tel. 5 91 61/66.

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.º — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

— **Sociedade Portuguesa CAVAN**
R. de D. Estefânia, 94-A — Lisboa — Tel. 4 78 12 e 5 01 29.

CIMENTOS

— **AGUIAR E MELO, LDA.**
Praça do Município, 13-1.º — Tel. 32 11 51/2 Lx.

— **CIBRA — Cimentos Brancos**
Tv. do Corpo Santo, 15 — Lisboa — Tel. 32 04 64.
R. do Bonjardim, 205 — Porto — Tel. 2 57 79.

— **CIMIANTO**
Av. Fontes Pereira de Melo, 14 — Tel. 53 11 61

— **Empresa de Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa — Tel. 5 91 61/66.

— **Secil**
R. do Comércio, 156—Lisboa 2 — Tel 32 82 01/2/3

MATERIAIS PRÉ ESFORÇADOS

— **CIMIANTO**
Av. Fontes Pereira de Melo, 14 — Tel. 53 11 61

— **Soc. de Pré-fabricação e Obras Gerais Novobra, Ld.ª**
Av. E. U. da América, 100-5.º-E.
Tel. 77 48 32/ 76 64 46 — Lisboa.

ARTIGOS DE ESCRITÓRIO E ESCOLAR

MATERIAL DE DESENHO E TOPOGRÁFICO

— **Centro Técnico Hospitalar — Divisão Zeiss**
Av. da República, 84 — Lisboa
Tel. 77 81 66/67

— **Rotring**
Representante: Artur Westheimer, Lda.
Rua Maria aos Anjos, 48-r/c. — Lisboa 1

— **Wild Portugal**
Praça das Águas Livres, 8-s/l.
Tel. 98 91 12 — Lisboa.

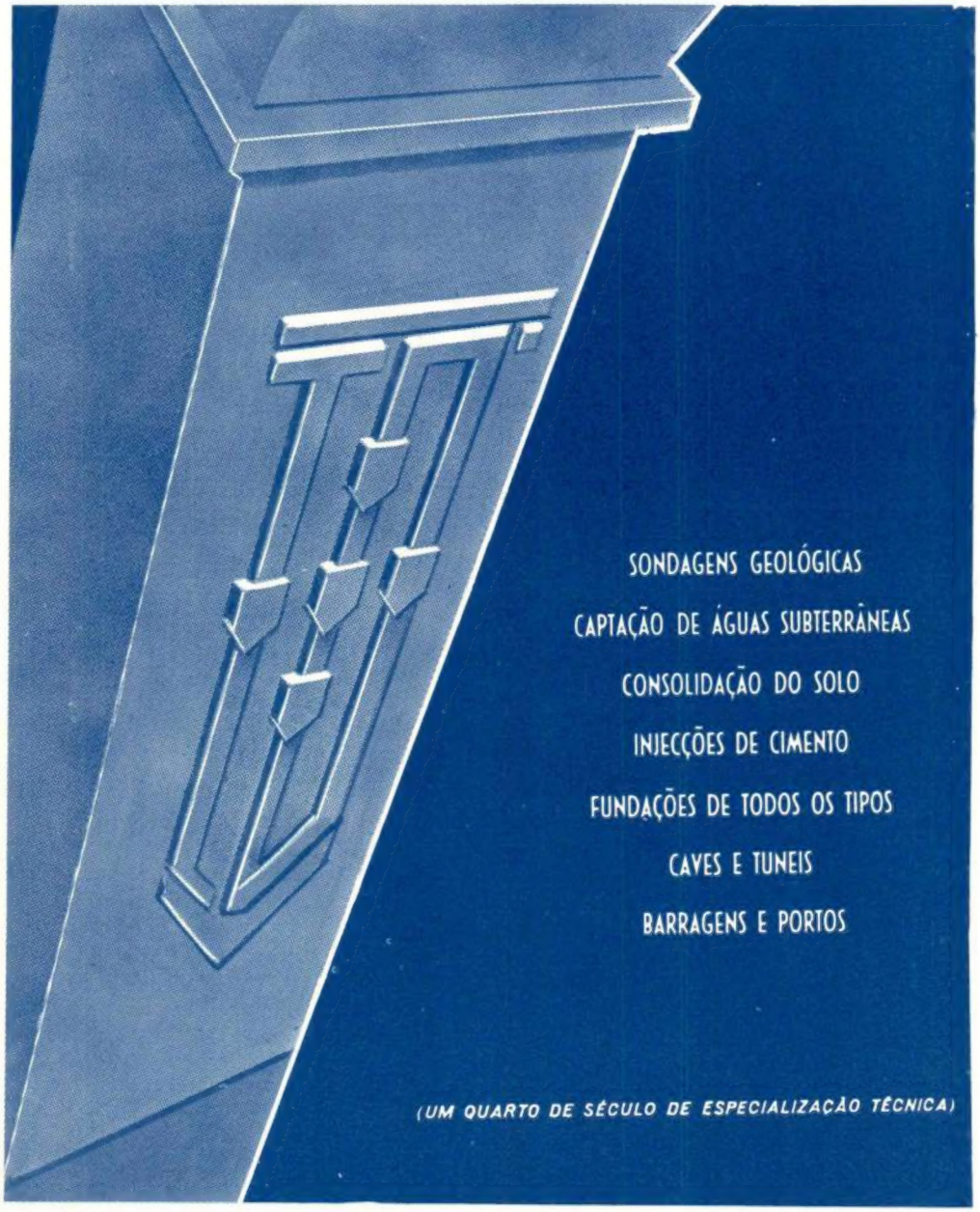
BIBLIOTECA DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA LISBOA
OFERTA

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

AV. DA REPÚBLICA, 42, 8.º
TELEFS. 77 70 86/7 e 77 12 65

LISBOA



SIEMENS

VENTILAR

Quando se deseja uma atmosfera fresca e agradável, o ar precisa ser renovado e essencialmente nos locais de ambiente viciado ou com grande concentração de pessoas.

O ventilador Siemens tipo 2CB2 foi especialmente estudado para montagem em cozinhas e a sua aplicação pode ser efectuada por pessoal não especializado.

A Siemens inclui no seu programa de fabrico ventiladores do tipo doméstico e industrial, cujas características de funcionamento permitem a sua utilização em todos os casos em que é necessário ar fresco e saudável.

Peça catálogos ou esclarecimentos à Secção Técnica da

SIEMENS-COMPANHIA DE ELECTRICIDADE, S. A. R. L.

LISBOA-1: AV. ALMIRANTE REIS, 65 — TEL. 53 69 21 • PORTO: R. DAS CARMELITAS, 26-2.º — TEL. 2 89 43